AGRONOMIA LUSITANA

VOL. 17 — N.º 1

1955

Estação Agronómica Nacional

PORTUGAL

Composição e impressão das Oficinas
da Tip. Alcobacense, Lt. — Alcobaça

AGRONOMIA LUSITANA

VOL. 17 — N.º 1

1955

ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

SACAVÉM

PORTUGAL

LE CONTENU POLLINIQUE DE L'AIR À LISBONNE [1]

PAR *QUITÉRIA G. PINTO DA SILVA*
(Estação Agronómica Nacional)

DANS le but de connaître le contenu pollinique de l'air à Lisbonne, en poursuivant les recherches aéropalynologiques du Portugal (Q. PINTO DA SILVA, 1952), on a realisé une série d'observations journalières pendant les années de 1952 et 1953.

Un pollinomètre du modèle international approuvé par le *Commitee on National Pollen Survey* de la *American Academy of Allergy* a été installé sur la terrasse d'un haut bâtiment de la partie centrale de la ville (Instituto Pasteur de Lisboa — Rua Nova do Almada).

Pendant la période comprise entre le 13 février 1952 et le 31 juillet 1953, une lame enduite d'une fine couche de gelée, comprenant 75 % de vaseline et 25 % de parafine, fut exposée chaque jour à 9 heures du matin et retirée après une période d'exposition de 24 heures.

On a identifié et compté tous les grains de pollen contenus sur la surface délimitée par une lamelle de 15 × 15 mm.

Pour colorer on utilisa la solution de CALBERLA (5 cc de glycérine, 10 cc d'alcohol à 95°, 15 cc d'eau distillée et 2 gouttes d'une solution aqueuse et saturée de fuchsine) recommandée aussi par l'*American Academy of Allergy*.

Les résultats présentés se rapportent toujours à 1 cm^2.

L'analyse des diagrammes (Fig. 1 et 2) permet de constater les résultats suivants :

---

[1] Communication présentée au VIII ème Congrès International de Botanique tenu à Paris en 1954.

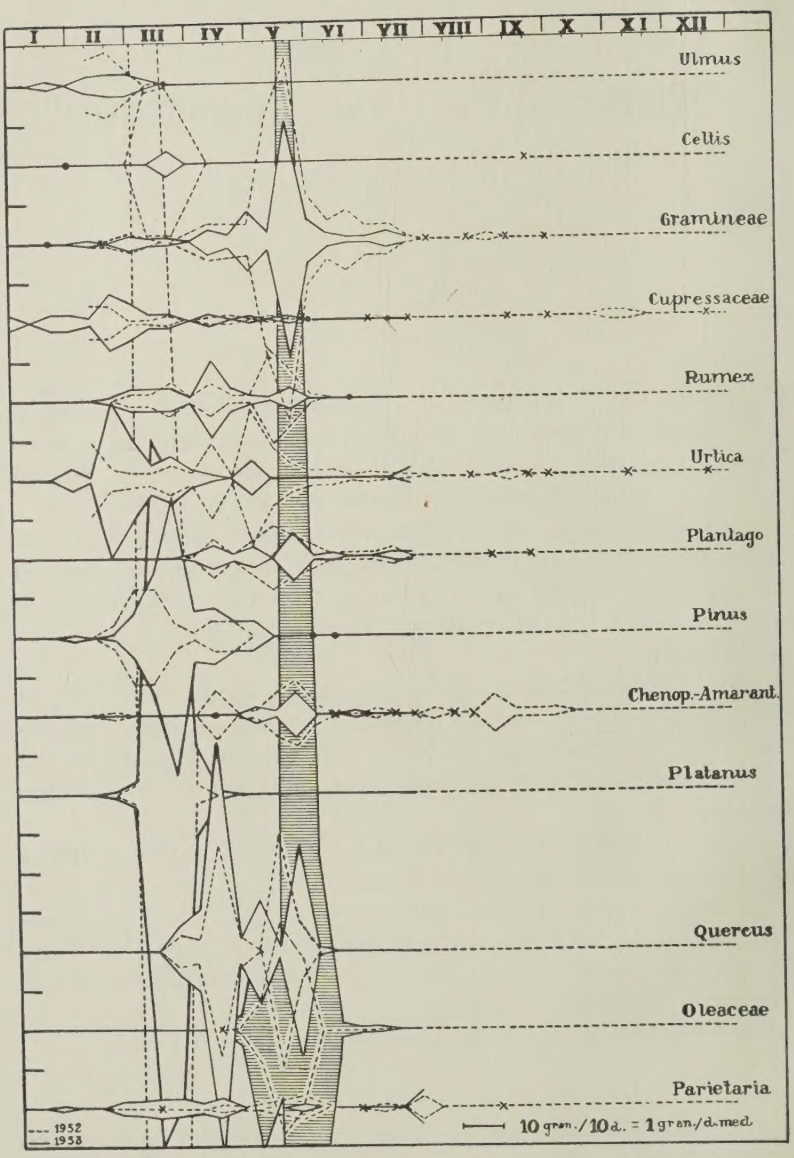


Fig. 1 — Total pollinique par décade (soit, moyenne quotidienne dans chaque décade) pendant 1952 et 1953. Seulement les types dont le pollen fut plus fréquent et abondant ont été considerés.

Ulmus — Déjà dans la troisième décade de janvier (1953) on a observé le pollen de ce type, qui disparut, dans les deux années, à partir de la fin de mars.

En 1952 le pollen d'*Ulmus* fut plus abondant et son maximum quotidien a atteint 4,9 (1,3 en 1953).

Celtis — Ce pollen fut observé (1952-1953) seulement pendant quelques jours du mois de mars.

En 1953 il apparut moins abondamment et pendant une période plus courte. Son maximum quotidien n'a pas allé au delà de 1,8, tandis qu'en 1952 il avait atteint 19,6.

À environ 50 mètres de distance de la station utilisée, il existe un groupe de grands fabrecouliers.

Graminées — Le pollen de graminées parut pendant une longue période, de février à juillet, les deux années, et, quoique peu abondant, encore aux mois d'août et de septembre. Dans les deux années il se montra en plus grande quantité dans la deuxième quinzaine de mai. Son maximum quotidien fut 22,9 et 10,7 pour 1952 et 1953 respectivement.

Cupressaceae — Ces pollens apparurent de janvier à juin et, quoique peu fréquemment, encore en novembre. Dans les deux années, ils se montrèrent plus abondants en février, mais ils n'ont jamais atteint une quantité quotidienne supérieure à 3,1.

Rumex — Le pollen du type *Rumex* fut observé depuis la première décade de mars 1953 et dès la deuxième de février 1952, disparaissant vers la fin de juin, les deux années. Son maximum quotidien atteignit, respectivement, 6,2 et 7,6.

Urtica — Pendant une longue époque de l'année (de février à juillet) on trouva du pollen de ce type qui apparut encore le mois de septembre.

Ce pollen se montra assez abondamment et son maximum quotidien atteignit 7.

Plantago — On a trouvé ce type de pollen depuis les premiers jours d'avril jusqu'à la fin de juillet. On a constaté, pendant ces deux années, un maximum ne depassant pas 4.

Pinus — On remarque une divergence, quoique peu accentuée, entre les totaux polliniques de cette espèce dans les deux années.

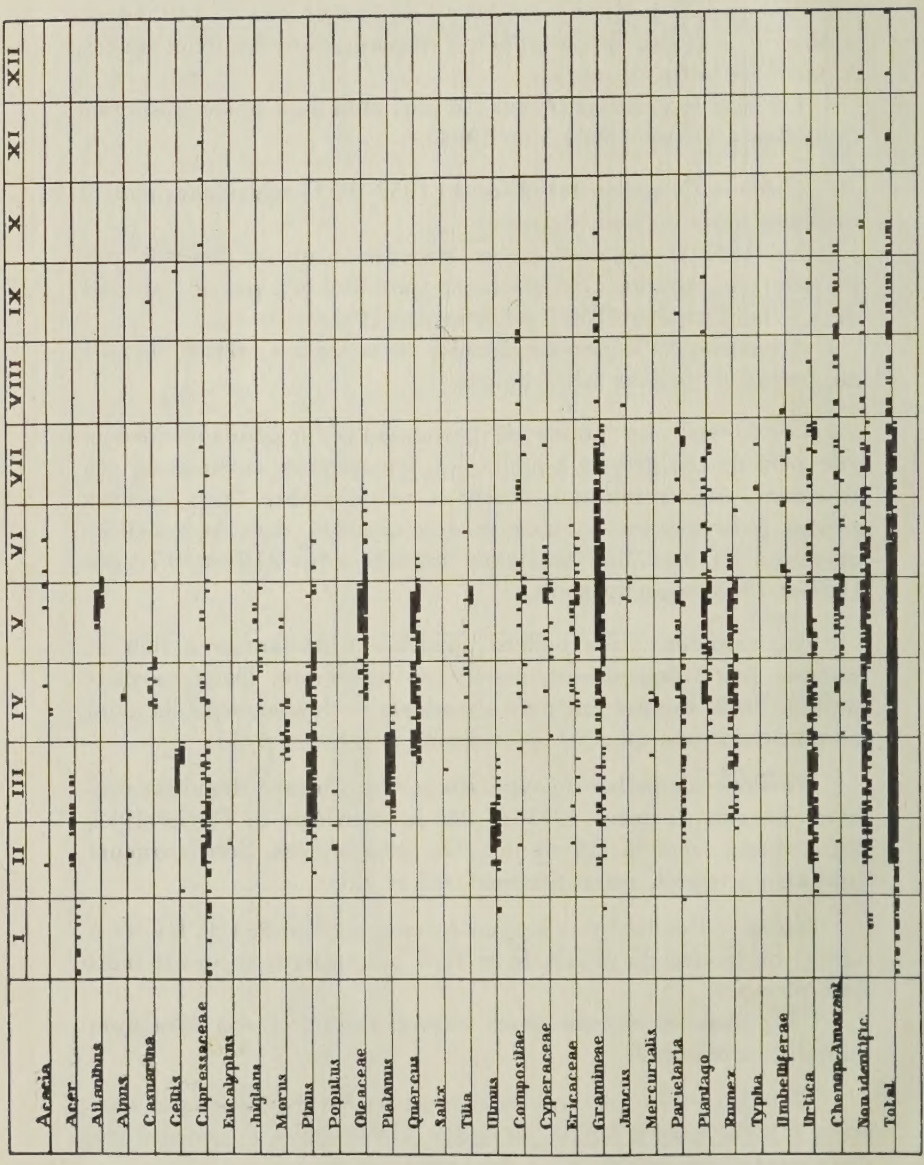


Fig. 2 — Calendrier des pollens observés pendant 1952 et 1953 à Lisbonne. Présence quotidienne pour chaque type.

En 1953, le pollen de ce type parut avec un maximum quotidien qui a atteint 13,3 contre 7,1 en 1952. Ces deux années ce pollen commença à apparaître en février, disparaissant en avril 1952 et en mai 1953.

Chenopodiaceae-Amaranthaceae — En 1952 quelques grains de pollen de ce type furent observés déjà dans la deuxième décade de février. Depuis avril (mois pendant lequel, en 1953, les premiers grains de ce pollen apparurent) jusqu'à la fin de juillet, ce pollen fut de nouveau observé. En 1952, pendant la dernière décade d'août et en septembre, on a aussi observé ce pollen.

Les deux années le maximum quotidien ne surpassa pas 4,9.

Platanus — On a constaté une énorme divergence entre les données concernant l'abondance du pollen de ce type dans les deux années. Il fut, cependant, trouvé les deux années, depuis la première décade de mars jusqu'à la deuxième d'avril. Son maximum quotidien a atteint 174,4 en 1952 et 117,7 en 1953.

Il faut considérer pour l'évaluation de ces données, la proximité immédiate de deux platanes.

Quercus — Le pollen de chênes commença à paraître dans la dernière décade de mars et il disparut vers la fin de mai.

Les valeurs obtenues en 1953, pendant la dernière décade d'avril et la première de mai, sont beaucoup plus accentuées. Le maximum quotidien compté fut, respectivement, 24,8 et 58 en 1952 et 1953.

Oleaceae — Le pollen d'*Oleaceae* apparut à peu près dans la même date (deuxième décade d'avril) dans les deux années. En 1952 il continua dans l'air jusqu'à la fin de mai, mais en 1953 il ne disparut que vers la moitié de juin.

Il y a une différence très frappante entre les valeurs d'abondance obtenues pendant ces deux années. Le maximum quotidien atteignit en 1953, 160, tandis qu'en 1952 il ne surpassa pas 19,6. On constata, ainsi, de nouveau, le parallèlisme entre l'alternance de production de l'olivier et la quantité de pollen d'*Oleaceae* dans l'air.

Parietaria — Les données phénologiques que l'on obtint pour ce type de pollen, pendant les deux années d'observation, ne coincident point.

Il parut, la première fois en 1953, au mois de février, tandis qu'en 1952 il n'était observé qu'en avril. Ces deux années, ce pollen se montra jusqu'à la fin de juillet, quoique toujours en petite quantité. Son maximum quotidien fut 1,3 (1952) et 0,7 (1953).

Outre ces types de pollen, on remarqua encore bien d'autres, mais beaucoup moins fréquemment et en très petite quantité. Leurs caracteristiques les plus frappantes sont mises ici en évidence:

Acacia — Ses grains, très rares, distribués par plusieurs jours des mois de février, mars et avril, n'atteignirent jamais un maximum supérieur à 0,4.

Acer — Ses grains de pollen furent observés depuis février jusqu'à la moitié de mars, en 1952, et depuis janvier en 1953. Il n'atteignirent jamais des quantités supériéures à 2,2 pendant les 24 heures.

Ailanthus — Ce type de pollen apparut pendant la deuxième quinzaine d'avril et son maximum quotidien ne fut jamais supérieur à 5,8. Cette quantité est peut-être due à la proximité de quelques arbres de ce genre.

Alnus — De rares grains de pollen de ce type parurent en avril 1952 et février et mars 1953 avec un maximum quotidien, respectivement, de 0,9 et 1,1.

Casuarina — Grains de pollen de *Casuarina* furent observés pendant la dernière quinzaine d'avril et les premiers jours de mai, montrant un maximum non supérieur à 1,8.

Juglans — Des grains de ce type apparurent pendant la deuxième quinzaine d'avril et pendant le mois de mai. Le maximum de grains observés, dans les 24 heures, fut 1,3.

Morus — Pollen de *Morus* parut depuis les derniers jours de mars jusqu'à la première quinzaine de mai, toujours rarement et avec un maximum quotidien jamais supérieur à 2.

Compositae — Depuis février jusqu'à la fin de la première quinzaine de septembre, der ares grains du pollen de ce type ont été observés. Son maximum quotidien ne surpassa pas 1,8.

Cyperaceae — Pollen de *Cyperaceae* fut observé depuis avril jusqu'à la fin de mai. Son maximum quotidien n'alla pas au delà de 2,2.

Ericaceae — Des grains de pollen de ce type parurent depuis la fin de février jusqu'à la fin de mai. Le nombre de grains par jour ne surpassa pas 1,8.

Umbelliferae — Pollen d'*Umbelliferae* apparut depuis la fin de mai jusqu'aux premiers jours d'août, mais son total quotidien n'a jamais été supérieur a 1,8.

Des difficultés à l'identification de quelques grains, ainsi que leur état parfois assez abîmé, nous ont empêché d'identifier à peu près 6 % du total de pollen trouvé.

En considérant l'ensemble des pollens observés, on constate, d'après les diagrammes (fig. 1 et 3) concernant les moyennes polliniques quotidiennes dans chaque mois, durant les années de 1952 et 1953, qu'il n'y a qu'une seule station pollinique continuelle depuis le début de février jusqu'à la fin de juillet.

Les trois premiers mois de l'année sont caractérisés par une prédominance des grains de pollen d'arbres (Fig. 1), dont les plus fréquents sont ceux de *Cupressaceae, Pinus, Platanus, Ulmus* et *Celtis*. On a encore trouvé quelques pollens d'herbacées; celui d'*Urtica* fut le plus abondant.

Aux mois d'avril et mai on remarque une prédominance des pollens de *Quercus* et d'*Oleaceae* mais le pollen des graminées abonda, lui aussi.

Aux mois de juin et de juillet on trouve des pollens d'herbacées spécialement ceux de graminées.

Les mois d'août, de septembre et d'octobre peuvent être considerés comme des mois presque sans pollen. Cependant la teneur pollinique de l'air augmente très légérement au mois de septembre.

Durant les mois de novembre et de décembre on n'a observé du pollen que très rarement et en quantité très faible.

C'est, sans doute, à la présence du pollen de *Platanus* qu'on doit attribuer la haute teneur en pollen, observée en mars, ce qui s'explique par le voisinage de deux arbres de cette espèce. Si l'on met de côté les résultats obtenus pour cette espèce, on obtient des

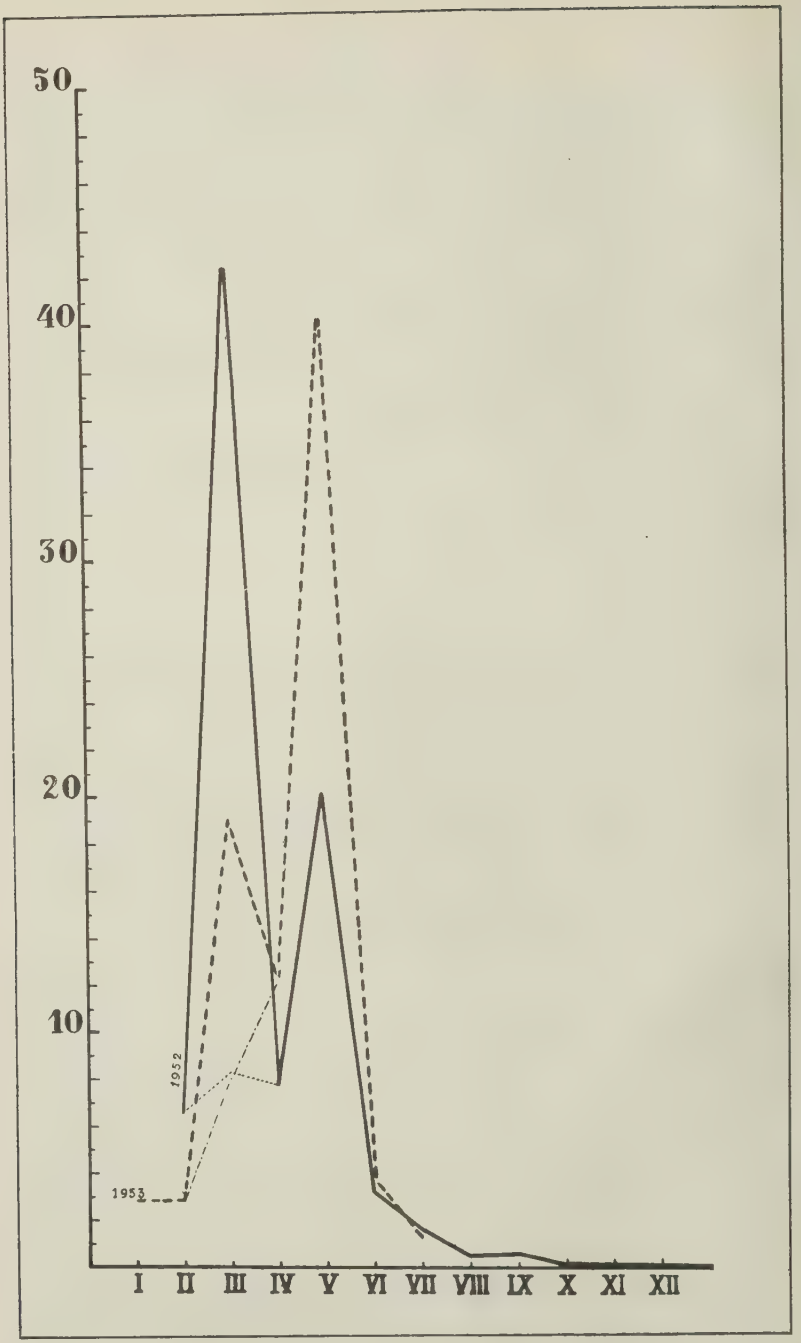


Fig. 3 — Moyennes polliniques quotidiennes dans chaque mois durant les années 1952 et 1953

Types de pollen	Apparut le:		Disparut le:		Maximum dans les 24 heures				Total annuel		Occasionellemente à:
					1952		1953				
	1952	1953	1952	1953	Quantité	Date	Quantité	Date	1952	1953	
Acacia	13-II	11-II	16-IV	14-IV	0.4	—	0.4	—	2.	0.8	
Acer	13-II	2-I	18-III	28-I	2.2	17-II	0.6	11-II	17.	4.1	
Ailanthus	14-V	22-V	28-V	2-VI	4.4	25-II	5.8	28-V	31.2	36.3	
Alnus	16-IV	16-II	18-IV	3-VI	0.9	—	1.1	16-V	2.2	2.6	IX, X
Casuarina	14-IV	13-IV	6-V	4-V	1.3	14-V	1.8	27-V	7.7	8.3	
Celtis	12-III	23-III	28-III	31-III	19.6	20-III	1.8	27-III	80.3	6.5	IX, X, XI, XII
Cupressus	13-II	2-I	20-V	12-VII	3.1	13-II	2.2	9-II	28.6	49.4	
Juglans	24-IV	13-IV	22-V	27-V	0.4	–	1.3	16-IV	3.7	5.1	
Morus	26-III	23-III	18-V	16-V	0.4	—	2.	2-IV	3.4	15.8	
Oleaceae	20-IV	16-IV	30-V	18-VI	19.6	15-V	160.	26-V	132.2	961.3	
Pinus	15-II	9-II	29-IV	31-V	7.1	13-III	13.3	23-III	72.9	162.1	V
Platanus	7-III	2-III	3-IV	14-IV	174.4	16-III	117.7	19-III	1.051.1	369.2	
Populus	19-II	—	12-III	—	1.8	19-II	—	—	3.	—	
Quercus	25-III	21-III	27-V	31-V	24.8	18-IV	58.	16-IV	146.6	228.6	
Salix	—	20-III	—	20-III	—	—	0.9	20-III	—	0.9	
Tilia	17-IV	23-V	25-IV	29-V	1.8	17-IV	2.7	28-V	5.1	8.3	VI
Ulmus	13 II	26-I	7-III	25-III	4.9	13-II	1.3	—	38.6	16.0	
Compositae	22-II	14-IV	4-IX	27-VII	1.8	8-VII	1.3	29-IV 29-V	13.6	7.2	
Cyperaceae	14-IV	2-IV	15-VI	31-V	1.3	24-V	2.2	27-V	11.4	5.5	VII
Ericaceae	24-II	12-III	27-V	31-V	1.8	—	1.8	21-V	13.1	20.9	VII
Gramineae	13-II	17-II	16-IX	29-VII	22.9	24-V	10.7	28-V	259.6	115.5	X
Juncus	—	26-V	—	1-VI	—	—	0.4	—	1.3	1.2	V, VIII
Mercurialis	24-III	—	18-IV	—	6.2	15-IV	—	—	9.7	12.9	
Parietaria	16-IV	31-I	28-VII	26-VII	1.3	—	0.7	22-VII	23.8	37.1	
Plantago	14-IV	1-V	17-VII	27-VII	4.	9-V	4.	28-V	53.6	30.9	IX
Chenopod.-Amaranthaceae	24-II	2-IV	5-X	19-VII	4.6	20-IV	4.9	29-V	67.1	19.1	
Rumex	1-III	26-II	10-VI	26-VI	6.2	15-V	7.6	16-IV	69.0	52.3	
Typha	4-VII	—	6-VII	—	3.6	4-VII	—	—	5.4	—	
Umbelliferae	3-VI	26-V	4-VIII	26-VII	1.8	4-VIII	2.4	19-VII	8.3	13.6	
Urtica	3-II	2-II	21-VII	29-VII	7.6	13-III 19-V	7.3	1-III	135.5	104.4	VIII, IX, X, XI
Non identifiés									138.4	149.3	
Total									2.482.7	2.444.0	

valeurs qui doivent exprimer mieux la teneur pollinique de l'air pendant cette période (Fig. 3).

La comparaison des diagrammes concernant les deux années, met en évidence une grande divergence entre les valeurs obtenues pour le mois de mai, ce qui est nettement dû à l'alternance de production de l'olivier, caractéristique phénologique de cet arbre au Portugal.

Cette alternance semble, toutefois, être encore constatée par rapport au pollen d'autres arbres, confirmant ce qui fut déjà observé par HYDE (1952):

Espéces	Total de grains de pollen	
	1952	1953
Platanus	1.051,1	369,2
Ulmus	38,6	16,0
Celtis	80,3	6,5
Pinus	72,9	162,1

REMERCIEMENTS

Je veux bien remercier à la Direction de l'Instituto Pasteur de Lisboa l'aimable accueil qui a rendu possible la réalisation de ce travail en des conditions significatives pour le centre de Lisbonne. Mes remerciements sont aussi presentés à M.me HELENA SILVA, pharmacien de l'Instituto, et M. SANTOS qui volontiers s'est chargé d'exposer chaque jour la lame de récolte.

À M. le Dr. R. SURINYACH je remercie le pollinomètre qui par son intermédiaire, me fut prêté par le Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de Madrid.

À M.me MARIA ROSÁLIA DE SOUSA DIAS et M.lle MARIA TERESA LUCAS je dois l'accueil qui j'ai trouvé dans leur laboratoire à la Station.

Aux MM. BENTO V. RAÍNHA et MANUEL DA SILVA, collecteurs botaniques de l'Estação Agronómica Nacional, je dois soit des pollens recoltés pour comparaison soit des renseignemente phénologiques concernant plusieurs espèces à Lisbonne.

À mon mari, le Chef du Département de Systématique et

Géobotanique de la Station, je remercie toutes ses aides et suggestions, et surtout l'intérêt qu'il a toujours montré pour que je poursuive mes recherches aéropalynologiques.

SUMMARY

POLLEN CONTENTS OF THE AIR IN LISBON

A day-to-day census of the atmospheric pollen contents has been made at Lisbon from February 1952 until the end of July 1953.

The standard technique for atmospheric pollen testing by the gravity method, approved by the *Committee on National Pollen Survey* of the *American Academy of Allergy*, was used.

The slides were exposed on a sampling apparatus placed on the flat and unobstructed roof of a building situated in the center of the city.

Daily countings were made of the pollen grains deposited in an area of 15 mm × 15 mm and all the data referred to 1 sq cm.

The first three months of the year were characterized by a predominance of tree-pollen (*Cupressus* and related genera, *Pinus*, *Platanus*, *Ulmus* and *Celtis* pollen-types were the most frequent); herbaceous-pollen was also caught, although in smaller quantities, the most frequent being the *Urticaceae*-type in February.

During April and May there was an incidence of *Quercus* and *Olea* pollen-types, *Olea* being dominant chieffly in May. Pollen of *Oleaceae* was caught in great quantities, but a marked difference was observed in the two years; this may be atributed to the alternating cycles of heavy and light flowering, typical of the olive-tree in this country. A dominance of grass-pollen was also observed at these months and pollen of *Mercurialis*, *Plantago*, and *Rumex* was also frequent.

In the months of June and July there was a dominance of grass-pollen and no tree-pollen was observed except *Oleaceae*, which was still presented with relative abundance till mid-June in 1953; the pollen of other herbs was quantitatively unimportant.

During August, September and October the grass pollen was allways scarce and the other herbaceous pollens were also caught in very small quantities. A slight increase of the pollen type of the group *Chenopodiaceae-Amaranthaceae* was observed during this time.

November and December may be considered as pollen-free months.

In both years studied there is evidence of a spring and early summer pollen-season lasting from March to July; the later-summer and autumn-pollen season was quite unimportant.

BIBLIOGRAPHIE

ALMEIDA, F. J. DE
1940 Safra e contra-safra na Oliveira. Direcção Geral dos Serviços Agrícolas. *Série Investigação.* **7.**

ALTE, J. A. MARTINS D'
1951 Análise polínica de algumas amostras de mel. *Publ. do Instituto de Botânica «Dr. Gonçalo Sampaio» — Porto (2.ª série)* **7.**

van CAMPO-DUPLAN, MADELEINE
1945 Observations sur une analyse de pollen atmosphérique. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.* **220**: 856-858.

COUTINHO, A. X. P.
1939 *Flora de Portugal* (Plantas Vasculares), 2.ª ed., dirigida pelo Dr. RUY TELLES PALHINHA. Lisboa-Bertrand (Irmãos) Ltd.

DURHAM *et alter*
1946/47 Standard technique for atmospheric pollen testing by the gravity method. *J. Allergy.* **17** (3): 178 *et* **18** (4): 284.

ERDTMAN, G.
1943 *An introduction to pollen analysis.* Waltham, Mass. The Chronica Botanica Company.
1952 *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms.* Stockholm — Almquist & Wiksell.

FAEGRI, K. and IVERSEN, J.
1950 *Text-book of modern pollen analysis.* Copenhagen — Ejanr Munksgaard.

HYDE, H. A.
1948/50 Studies in atmospheric pollen. IV a. Pollen deposition at two Cardiff stations in 1943 compared. *Reports and Transactions of the Cardiff Naturalists Society.* **80** (3-7).
1950 Studies in atmospheric pollen. IV. Pollen deposition in Great Britain, 1943. Part I. The Influence of situation and weather. Part II. The composition of the pollen catch. *New Phytol.* **49** (3): 399-420.
1952 Studies in atmospheric pollen. V. A daily census of pollens at Cardiff for the six years 1943-8. *New Phytol.* **51** (3): 281-293.

HYDE, H. A. and WILLIAMS, D. A.
1944 Studies in atmospheric pollen. I. Daily census of pollens at Cardiff, 1942. *New Phytol.* **43** (1): 49-61.

MONTSERRAT, P.
1951 Análisis polínico del aire de Barcelona, I. *Publicaciones del Instituto de Biologia Aplicada.* **8**: 209-221.
1952 El polen atmosferico de Barcelona en 1951. *Publicaciones del Instituto de Biologia Aplicada.* **13**: 121-128.

MONTSERRAT, P.

1953 Análisis polínico del aire de Barcelona, II. *Publicaciones del Instituto de Biologia Aplicada* **13**: 115-120.

SILVA, QUITÉRIA G. PINTO DA

1952 Análise polínica do ar em Sacavém nos anos de 1949 e 1950. *Portug. Acta Biol. (A).* **3** (3): 263-274.

SURINYACH, R.

1947 Contribución al estudio de la fiebre del heno en Barcelona. Calendario de polinación observado durante tres anos, 1941-1943. *Anales de Med.* **34**: 299-303.

1949 Unificación de las tecnicas para el estudio de las condiciones botánicas relacionadas con el asma en España. Madrid — I *Congresso Nocional de Alergia.*

VIEITEZ-CORTIZO, E.

1946 Estudios botánicos sobre la flora alergógena y contenido en polen de la atmósfera de la Comarca de Santiago de Compostela. *An. del Inst. Esp. de Edaf. Ecol. y Fis. Veg.* **5** (2): 306-439.

1947 Analisis polinico atmosférico de Pontevedra y estudio de la flora alergógena de su comarca. *Anal. R. Acad. Farm.* **13**: 191-244.

WODEHOUSE, R. P.

1935 *Pollen Grains.* New York and London — Mc Graw-Hill Book Company Inc.

1945 *Hay fever plants.* Waltham, Mass. The Chronica Botanica Company.

AUTO-OXIDAÇÃO E ANTIOXIGÉNIOS NAS GORDURAS ALIMENTARES

POR *VIRGÍLIO PEREIRA RAMOS*
(Estação Agronómica Nacional)

INTRODUÇÃO

O problema da conservação das gorduras alimentares, nas suas múltiplas facetas, se não tem o encanto e a transcendência dos ramos da Biologia, que constitui o tesouro de jóias preciosas da Agronomia e a raiz da sua perenidade, é, indubitàvelmente, um problema sedutor, apesar das sendas ingratas implícitas, rico de perspectivas e de consequências. O termo *conservar* significa «manter no seu lugar ou no estado actual» e envolve, no campo da Química Tecnológica contemporânea, um argumento científico, dos mais atraentes e complexos, e um argumento económico, que é escusado encarecer, de tal modo é conhecido.

Se no binómio produção-disponibilidade das gorduras extremes, pois a elas nos referiremos em especial, o primeiro membro depende principalmente de factores ecológicos e culturais, o segundo membro é função do consumo e da resistência às alterações. Esta faz-se sentir com particular acuidade nas gorduras de origem animal, por serem aquelas que têm normalmente um menor poder de conservação.

A ruína das gorduras pode encarar-se, por comodidade didáctica, sob dois ângulos distintos: o primeiro abrangendo o fenómeno ou conjunto de fenómenos capazes de as alterar organoléptica e energèticamente; o segundo agrupando os processos e os agentes que permitem combater ou retardar essas modificações.

Em referência ao primeiro aspecto considerado, é a *auto-oxidação*, i.e., a absorção de oxigénio molecular, com o correlativo desenvolvimento de peróxidos, que está na base da fonte mais comum da degradação das gorduras: a *rancidez aldeídica*, que as baixas temperaturas não conseguem impedir. Justo é destacar aqui os nomes de FARMER, SUTTON e BOLLAND, da British Rubber Producer's

Research Association, e de Lundberg, do Hormel Institut da Universidade de Minnesota, pelo notável contributo que deram ao conhecimento dos estados primários da auto-oxidação, no que foram grandemente auxiliados pelas modernas técnicas de cromatografia e de espectrofotometria.

No que se refere ao combate à rancidez aldeídica, são sobretudo as substâncias antioxigénicas e sinérgicas que representam, hoje em dia, o meio mais eficaz, fácil e económico de a impedir, por terem a propriedade de dilatar no tempo a resistência das gorduras ao ataque do oxigénio atmosférico, ou seja, o seu *período de latência*. OLCOTT e MATTILL (1936) caracterizaram pela primeira vez alguns destes «inibidores» naturais no insaponificável de gorduras oriundas de espécies botânicas, que lhes asseguram a sua estabilidade normal. Por outro lado, os franceses MOUREU e DUFRAISSE (1922) evidenciaram que a incorporação de alguns compostos fenólicos retardava o processo auto-oxidativo, rasgando novos panoramas neste sector.

O estudo e o emprego prático de antioxigénios e sinérgicos, qne agem em doses extremamente pequenas, da ordem de 0,01 %, tomou excepcional incremento durante a 2.ª Grande Guerra, por motivos óbvios, e prossegue sem esmorecer. Ascende já a algumas centenas o número de patentes registadas em vários países, com relevo dos Estados Unidos da América do Norte, de produtos destinados a proteger as gorduras contra a influência nefasta do oxigénio do ar, principalmente as de origem animal, que são pobres em «inibidores», circunstância que está em harmonia com o seu rápido aproveitamento pelos organismos a que pertencem, em contraste com a existência aventurosa dos frutos e das sementes...

O presente trabalho teve por objectivo os seguintes estudos:

1.º — Estabilidade de um óleo de palma comercial angolano e de duas fracções desdobradas a partir dele, uma «sólida» e outra «líquida» à temperatura de 25° C. O interesse destes ensaios deriva da importância que a gordura dos frutos da «Elaies guineensis Jacq.» tem, ou pode vir a ter, na dieta dos povos europeus, em especial a fracção «líquida», após um branqueamento adequado.

2.º — Estabilidade de algumas gorduras vegetais, incluindo azeite proveniente de diversas «variedades» em confronto com outras de origem animal.

3.º — Acção de vários antioxigénios e sinérgicos na estabilidade da amostra de óleo de palma em natureza e das duas fracções acima consideradas.

REVISÃO BIBLIOFRÁFICA

I — A DETERIORAÇÃO AUTO-OXIDATIVA

1) *Tipos de rancidez*

Num sentido lato, pode definir-se *rancidez das gorduras alimentares* pelo «conjunto de alterações espontâneas, físicas, químicas e bioquímicas, que as tornam organolèpticamente impróprias para consumo, diminuindo-lhes, em regra, o valor energético». Todas estas alterações têm como característica comum a detecção pela prova organoléptica, que é a mais simples e corrente, apesar da sua subjectividade. Com efeito, os sentidos do gosto e do olfacto são os mais ardilosos e menos claramente definidos, sendo o último, no entanto, capaz de uma percepção mais apurada. Têm também um processo comum de tratamento: a refinação ou algumas das suas operações.

Não há um critério uniforme para a individualização dos diferentes tipos de rancidez, mas a maioria dos autores considera actualmente os seguintes:

a) — Absorção de aromas estranhos.
— De origem biológica:
b) — Rancidez hidrolítica.
c) — Rancidez cetónica.
— De origem puramente química:
d) — Rancidez aldeídica ou auto-oxidativa.
c) — Reversão.

De todos estes tipos, o mais bem estudado e o que tem maior interesse económico é a rancidez aldeídica, auto-oxidativa ou por peroxidação, e que aqui trataremos com mais detalhe nos seus fundamentos teórico-empíricos.

2) *A rancidez aldeídica*

O mais frequente e, de um ponto de vista puramente científico, o mais interessante tipo de rancidez é o provocado pela acção do oxigénio atmosférico, que se dá espontâneamente quando uma substância contendo gorduras insaturadas é exposta ao ar, se bem

que a velocidade e o mecanismo da sua formação varie muito com a natureza da mistura lipídica e com as condições imperantes.

Segundo BAILEY (1948, 1951) a oxidação atmosférica dos «óleos» e gorduras diferencia-se genèricamente em que exercendo-se no grupo dos «óleos» altamente insaturados, como os sicativos e semi-sicativos, é acompanhada por polimerização e quase sempre útil, durante um período mais ou menos longo, ao passo que nas gorduras alimentares, menos insaturadas, é a fonte mais comum da sua degradação.

O aparecimento da rancidez, deve notar-se, não é um fenómeno que envolva grandes quantidades de triglicerídeos decompostos. Em face das determinações de PRITZKER e JUNGKUNZ (1929), apenas 0,1 % da gordura é suficiente para originar os aldeídos voláteis que lhe transmitem o gosto e o aroma a ranço.

A) — *A AUTO-OXIDAÇÃO*

A primeira evidência de oxidação pelo ar de uma dupla ligação entre átomos de carbono é atribuida a SCHONBEIN (1958), o descobridor do ozono, que investigou o comportamento de grande número de agentes oxidantes com substâncias insaturadas.

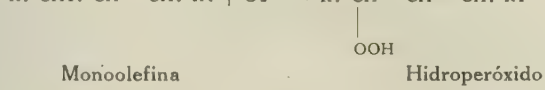
A partir do começo deste século, o conceito de auto-oxidação permaneceu muito vago até que em 1923 MOUREU e DUFRAISSE propuseram a interpretação teórica da *auto-oxidação simples*, definindo-a como «a parte do fenómeno de oxidação pelo oxigénio livre em que intervêm peróxidos, ou seja aquele em que é possível salientar a presença de oxigénio activo», e atribuindo-lhe as seguintes características essenciais: oxidação pelo oxigénio molecular (excluindo os compostos ou misturas oxidantes) com formação de peróxidos, cujo oxigénio activo pode ser posto em evidência pela libertação de iodo do iodeto de potássio em meio ácido.

DUPONT (1936) induziu que além da auto-oxidação simples há ainda o fenómeno de *autocatálise*, estabelecendo, um tanto «a priori», um esquema genérico do encadeamento e dependência de várias reacções ligadas à auto-oxidação autocatalítica, como seja a acção de um antioxigénio.

Porém, o mecanismo da auto-oxidação das gorduras alimentares e a natureza dos produtos primários permaneceu durante cerca de quatro décadas no enleame controverso mas sempre fecundo das hipóteses, até que FARMER, BOLLAND e colaboradores (1942-1946), a que se seguiram os notáveis trabalhos de outros cientistas, deram

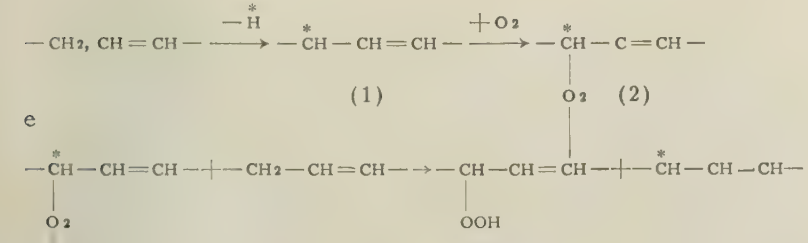
uma larga contribuição teórico-empírica para a compreensão do fenómeno e sua interpretação básica em determinadas condições, a despeito de muitas interrogações continuarem em aberto, o que realça a sua complexa tessitura. Convém acentuar, no entanto, que muitos dos ensaios foram conduzidos em circunstâncias especiais com compostos isolados, como os ácidos oleico, linoleico e seus monoésteres.

Segundo os autores atrás citados, os produtos primários da auto-oxidação de grande número de compostos *olefínicos não-conjugados*, sob determinadas condições, são *hidroperóxidos*, que se formam pela fixação de oxigénio ao átomo de carbono α — metilénico, adjacente à dupla ligação. Para o caso de uma *monoolefina* será:



FARMER e SUTTON (1943) isolaram o hidroperóxido do oleato de metilo, produzido sob a acção do oxigénio e da luz ultra-violeta, por destilação molecular e adsorpção cromatográfica, que revelou ter uma mole de oxigénio-mole do éster e uma dupla ligação intacta.

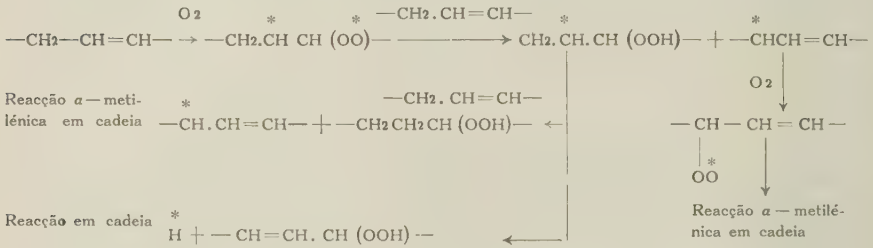
Os mesmos autores admitem que a sua propagação é devida a um mecanismo de radical livre em cadeia:



O termo das cadeias dá-se presumivelmente por interacções de (1) e (2).

A facilidade do aparecimento de hidroperóxidos levou alguns investigadores a supor que eles seriam os produtos primários da auto-oxidação. Depararam, porém, com a dificuldade de explicar a

separação de um átomo de hidrogénio α — metilénico, que requer cerca de 80 kg cal, enquanto a energia para a iniciação do fenómeno é bastante menor. Sabia-se, por outro lado, que os compostos conjugados, incluindo os que têm na molécula grupos α — metilénicos, se peroxidavam pela adição do oxigénio às duplas ligações. Em face disto, FARMER (1947) admitiu, desde que o consumo energético seria consideràvelmente diminuido, que o oxigénio poderia iniciar o ataque *aditivamente* em algumas moléculas, provàvelmente em um dos extremos da ligação etilénica, ataque que continuaria *substitutivamente* por meio de reaçcões *apolares* em cadeia, envolvendo radicais livres:

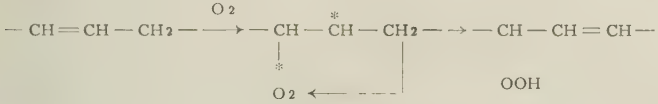


No mecanismo de radical livre pode dar-se a migração da dupla ligação, por ressonância da estrutura electrónica, como foi experimentalmente demonstrado por KOCH e SUTTON (1943), havendo aproximadamente uma tendência igual para o grupo hidroperoxídico aparecer nas posições 1 e 3:

A cinética da auto-oxidação do oleato de metilo caracteriza-se por uma fase inicial em que a velocidade de oxidação é muito lenta ou nula — e que se designa por *período de latência* ou *período de indução* —, que decresce à medida que se eleva a temperatura, a que se segue uma segunda fase de rápida peroxidação, de natureza autocatalítica, que após ter atingido um máximo, dependente das condições de ensaio e da pureza do produto, é imediatamente acompanhada da decomposição dos peróxidos, que é muito brusca a partir de 80° C. Nos isómeros « trans », como o ácido elaidico, a 1.ª fase é mais longa e os peróxidos resultantes são mais estáveis. Os antioxigénios, em concentrações adequadas, prolongam o

período de latência, enquanto os catalisadores metálicos o reduzem, sem se alterar fundamentalmente a natureza dos compostos primários.

No entanto, HILDITCH (1950) mantém que a adição inicial do oxigénio a um dos extremos da dupla ligação é seguida da migração de um átomo de hidrogénio α-metilénico, com formação de um hidroperóxido e consequente deslocamento da dupla ligação por rearranjo *intramolecular*:



É nos sistemas monoolefínicos que este rearranjo é mais provável, em relação a outros sistemas mais insaturados, dada a maior resistência do hidrogénio α-metilénico às reacções intermoleculares.

FARMER referiu que os peróxidos de muitos compostos *conjugados não-aromáticos*, diénicos e poliénicos, se produzem ràpidamente na luz ultra-violeta ou lentamente na luz difusa, e, mesmo que o sistema seja flanqueado de um ou dos dois lados por grupos metilénicos, como no ácido eleosteárico, o oxigénio combina-se directamente com as duplas ligações. Os peróxidos resultantes são substâncias poliméricas de elevada estabilidade térmica.

B) — *A FORMAÇÃO DA RANCIDEZ*

Os peróxidos são apenas produtos intermediários e transitórios: altamente reactivos, em breve se combinam ou decompõem num conjunto de reacções escassamente conhecidas, para darem os compostos responsáveis pelo gosto e odor a ranço. Assim, o ácido oleico é intermolecularmente oxidado pelo hidroperóxido do oleato com formação do 9,10 epóxido e dos 9,10 — ácidos hidroxiesteáricos, predominando o isómero de ponto de fusão mais alto — *trans* — isómero — quando a mistura é catalisada pelos metais ou irradiada pela luz ultra-violeta.

Supõe-se que os ácidos gordos livres se auto-oxidam mais fàcilmente do que os correspondentes triglicerídeos, e, embora o ácido oleico seja mais resistente ao oxigénio atmosférico do que os de maior insaturação, é provável que o odor e o gosto da verda-

deira rancidez se deva principalmente à sua degradação, posto que os ésteres metílico e etílico do ácido oleico adquirem um cheiro característico «a ranço» com oxidação limitada, ao passo que os mesmos ésteres dos ácidos linoleico e linolénico desenvolvem um aroma relativamente pouco intenso depois da absorção de grandes quantidades de oxigénio.

II — OS ANTIOXIGÉNIOS E SINÉRGICOS

1) *Definição e classificação*

MICHAELIS (1948) definiu muito simplesmente *antioxigénio* como «uma substância que previne a oxigenação ou de qualquer modo a interrompe ou retarda depois de ter tomado lugar».

O mecanismo da acção dos antioxigénios não está claramente definido. É evidente, portanto, que a classificação das substâncias estabilizadoras que se inspira nos seus efeitos finais, sem contudo se marcarem distintamente os limites característicos, tem um valor provisório, mais ou menos aceitável, que no entanto não deixa de ser útil.

É o que acontece com a classificação, *quanto ao comportamento*, de MATTILL (1945), que propôs os seguintes agrupamentos:

a — Substâncias que têm uma actividade antioxigénica primária. Adicionadas a um éster gordo puro prolongam ou provocam o aparecimento de um período de latência.

Os antioxigénios tipicos deste grupo são em geral compostos orto- ou para-fenólicos e seus derivados, desde os mais simples, como o sesamol, até aos mais complexos conidendrois.

b — Substâncias que reforçam a acção dos antioxigénios primários, sendo pràticamente ineficazes quando adicionadas no estado puro em substratos gordos insentos dos anteriores, e que se denominam *sinérgicos*.

c — Substâncias que podem funcionar simultâneamente como antioxigénios e sinérgicos.

Os sinérgicos são normalmente ácidos orgânicos ou inorgânicos, di e polibásicos: sulfúrico, fosfórico, oxálico, cítrico, ascórbico, malónico, málico, maleico e outros. Temos ainda a cefalina e os polifosfatos. Os de natureza orgânica têm poucos traços estruturais em comum excepto a presença de um grupo funcional ceto, hidroxil ou vinil, na posição alfa relativamente ao grupo carboxilo.

O número de «inibidores» que desempenham um papel duplo (3.° grupo) é muito grande. Um dos mais típicos é o hidroxianisole butilado.

Grande número de sinérgicos, e ainda alguns antioxigénios primários, podem funcionar como «desactivadores» dos metais pesados, com os quais formam complexos, devido a certas particularidades da sua estrutura molecular. Admite-se que a propriedade de desactivação está relacionada com a presença de grupos carboxilos livres nos ácidos orgânicos, com os hidroxílos entre os ácidos dicarboxílicos de 4 átomos de carbono, e com os hidroxilos dos polialcoois. Os antioxigénios mais poderosos são em geral fracos, «desactivadores» metálicos.

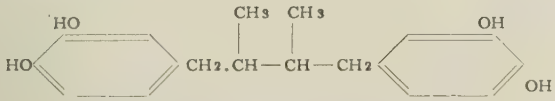
DUBOULOZ (1949) classificou o conjunto de *substâncias estabilizadoras, quanto à origem,* da seguinte maneira:

A — *ANTIOXIGÉNIOS DE ORIGEM VEGETAL*

(exceptuando os que são obtidos de sementes)

a — *Compostos fenólicos*

a.1 — *Ácido nordihidroguaiarético ou N. D. G. A.:* — A sua forma estrutural é:

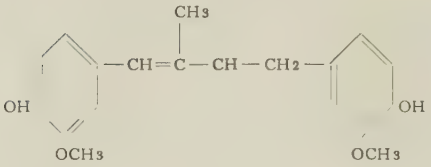


Ácido Nordihidroguaiarético ($C_{18}H_{22}O_4$)

Quìmicamente é, portanto, o 2,3-dimetil-1,4-dihidroxifenilbutano, cuja síntese foi realizada em 1918 pelo alemão SCHROETER, na época dos seus estudos sobre a goma guaiaca.

O *N. D. G. A.* foi pela primeira vez extraído de uma planta desértica — Larrea divaricata Cav. — por GISVOLD e WALLER e as suas propriedades antioxigénicas assinaladas por LUNDBERG e colab. (1944), da Universidade de Minnesota.

a.2 — *Goma guaiaca:* — É uma secreção da árvore tropical — «Guaiacum officinalis» —. Foi patenteada como antioxigénio por NEWTON e GRETTIE (U. S. 1.903126-1933). O seu princípio activo é o ácido guaiarético.



Ácido guaiarético

b — *Antioxigénios provenientes de « tourteaux » :* — A sua existência foi demonstrada por HILDITCH e PAUL (1937, 1939) nos « tourteaux » de linho e de soja. São, porém, mal conhecidos.

c — *Antioxigénios provenientes das gorduras*

c.1 — *« Óleos » vegetais :* — Os mais importantes, devido à sua riqueza em antioxigénios naturais, são: « Óleos » de palma, de sumaúma e de soja.

Muitos dos « inibidores » naturais das gorduras ainda não foram quìmicamente identificados.

c.2 — *« Óleos » de embrião de trigo extraído por solventes :* — O óleo de embrião de trigo foi estudado como antioxigénio por PARKER e MC FARLANE (1949). A sua actividade depende do modo de extracção.

c.3 — *Tocoferol, sesamol e gossipol :* — São estes os mais importantes antioxigénios que ocorrem naturalmente nas gorduras.

c.4 — *Antioxigénios provenientes de frutos :* — PESKINS e HIGGINS (U. S. A. 1.467.080) preconizam um antioxigénio obtido a partir da polpa dos citrinos (limão), cujo componente activo não foi definidamente identificado, que age em doses 0,1 a 1 % da polpa ou das cascas secas.

B — *ANTIOXIGÉNIOS DE SÍNTESE*

a — *Hidroquinona, pirogalol e pirocatequina :* — Em geral, os antioxigénios mais poderosos encontram-se entre os compostos orto- ou para-fenólicos, ou de configuração semelhante.

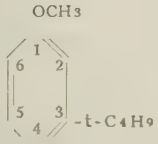
A hidroquinona, $C_6 H_4 [OH]_2$, e os polifenois afins são muito eficazes. Porém, o seu uso está condicionado pela sua toxicidade, ou a dos produtos da sua oxidação. A hidroquinona ao oxidar-se dá origem à quinona e à quinhidrona, que são tóxicos. Além disso, alguns destes fenois e seus derivados possuem um gosto desagradável e têm uma fraca lipo-solubilidade.

b — *Ácido gálico, galato de propilo e outros galatos:* — BERGEL afirmou que os galatos de alquilo são os «factotum» no domínio dos antioxigénios.

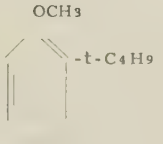
O ácido gálico, $C_6H_2[OH]_3.COOH$, pelo aquecimento dá origem ao pirogalol, $C_6H_3[OH]_3$, com libertação de CO_2.

Propuseram-se os ésteres etílico, propílico, hexílico, octílico, dodecílico, tetradecílico, hexadecílico e octadecílico como estabilizadores das gorduras alimentares, manteiga, leite em pó, perfumes, etc. Todos eles são pràticamente insípidos, com excepção dos de maior peso molecular, que têm um leve gosto amargo adstringente, com factores de protecção sensìvelmente idênticos, em concentrações equimoleculares. A lipo-solubilidade aumenta com o peso molecular.

c — *Hidroxianisole butilado:* — Numerosos derivados do anisole têm revelado magníficas propriedades antioxigénicas. O de maior sucesso é sem dúvida o hidroxianisole butilado, que é um benzeno tri-substituído contendo um grupo butilo, um grupo hidroxilo e um grupo metoxilo. O hidroxianisole butilado comercial é uma mistura de dois isómeros: 3-t-butil-4-hidroxianisole e 2-t-butil-4-hidroxianisole.



3-t-butil-4-hiaroxianisole



2-t-butil-4-hidroxianisole

d — *Ácido tiodipropiónico:* — O ácido tiodipropiónico, e tiodiproprionato dilaurílico e o tiodipropionato diestearílico, ou suas misturas, podem ser empregados como estabilizadores das gorduras animais em quantidades não excedendo 1/10.000 de ácido tiodipropiónico e 9/10.000 de cada um dos ésteres citados ou seu agrupamento.

c — *«Pentadecil resorcina»:* — A «General Food» patenteou este composto como antioxigénio de gorduras animais e vegetais em doses de 0,01 a 0,50 % (U. S. A. 2.448.207 e 2.448.208).

C — *SINÉRGICOS*

Os mais importantes são: ácidos cítrico, fosfórico, ascórbico, os ésteres lipo-solúveis do ácido ascórbico com o ácido palmítico, a metionina e o triptofano.

D — *FOSFOLÍPIDOS*

Há algumas indicações de índole experimental que nos permitem supor que a actividade de cefalina não é meramente sinérgica.

A acção dos fosfatídeos vegetais varia com a composição das gorduras a que se juntam. Admite-se que os fosfolípidos submetidos ao oxigénio durante 30 minutos a 65° C são decompostos.

E — *CAROTENOS*

Estes pigmentos parece que apenas se comportam como pro-oxigénios quando activados pela energia luminosa.

2) *Modo de actuação*

Deve-se estabelecer antecipadamente a diferença entre os processos de actuação das substâncias estabilizadoras «in vivo» e «in vitro». Apenas os últimos se enquadram na índole deste trabalho e, por isso, a eles nos referimos. As reacções quimicas no interior das células vivas estão, em geral, intimamente ligadas à interacção de enzimas e de catalisadores metálicos, o que raramente acontece nas gorduras alimentares industriais.

Salientamos, desde já, que o mecanismo da acção de anti-oxigénios e sinérgicos, «in vitro», está longe de perfeito e claro deslinde. É de observação geral que os antioxigénios se gastam progressivamente durante o período de latência, no termo do qual têm pràticamente desaparecido. Todavia, nem sempre o fenómeno decorre com esta simplicidade.

CHRISTIANSEN (1942) propôs a seguinte hipótese de inibição de reacções em cadeia: Uma molécula activada (por energia radiante, calorífica ou química) da substância auto-oxidável e uma molécula de oxigénio unem-se para formar um peróxido com libertação de energia, que pode subsequentemente ser aproveitada por outra molécula para dar um novo peróxido, e assim sucessivamente, determinando a absorção inicial de uma simples unidade de energia a produção de um grande número de moléculas de peróxido, até

que a cadeia seja interrompida pela perda da energia activante em reacções secundárias:

$$F + \text{energia} \longrightarrow F^* \qquad F^* + O_2 \longrightarrow FO_2^*$$
$$FO_2^* + F \longrightarrow FO_2 + F^* \qquad F^* + O_2 \longrightarrow \ldots$$

Quando uma molécula de peróxido activado entra em contacto com uma molécula do «inibidor» este recebe a energia e, como consequência, embora não invariável, é ulteriormente oxidado pelo oxigénio, sendo, contudo, incapaz de activar outras moléculas da substância auto-oxidável. A cadeia é assim interrompida:

$$FO_2^* + A \longrightarrow FO_2 + A^* \qquad A^* + O_2 \longrightarrow AO_2$$

De ensaios efectuados com o linoleato de etilo e um grupo de fenois, BOLLAND e TEN HAVE (1947), baseando-se em considerações energéticas, sugerem que a terminação de uma cadeia é representada por $RO_2 - + AH \longrightarrow ROOH + A^\circ$, onde AH é o antioxigénio e $RO^2 -$ um radical livre da propagação.

No que se refere ao modo de acção dos sinérgicos típicos na presença de um «inibidor» fenólico, alguns autores afirmam que a sinergia depende da sua capacidade em regenerar o antioxigénio. Constatou-se, por ex., que a benzoquinona e a tocoquinona, inefectivas em si mesmas, adquirem propriedades antioxigénicas quando misturadas ao ácido fosfórico, e a outros ácidos, devido em princípio ao desequilíbrio que originam no sistema quinol $\rightleftarrows$ quinona, em favor do primeiro e à catálise que exercem na ciclização da tocoquinona em tocoferol. O mecanismo pelo qual se obtém este resultado parece, todavia, não ser primordialmente devido à influência favorável da acidez, uma vez que os vestígios de ácido fosfórico responsáveis pelo acréscimo de estabilidade são insuficientes para modificar apreciàvelmente o pH do meio.

CALKINS (1947) tirou as seguintes conclusões dos seus estudos, em relação ao ácido fosfórico:

1.º — O sinergismo é um fenómeno de troca precedido por adsorpção e envolvendo a difusão, posto que o ácido ortofosfórico se revelou activo num sistema heterogéneo em que se mantém insolúvel.

2.º — No mecanismo da sinergia a 1.ª etapa consiste na formação de um complexo de quinona (para o caso da hidroquinona)

e do ácido fosfórico — quinona fosforilada — que é solúvel na fase gorda, onde se difunde.

Na 2.ª etapa este complexo, ou o composto difosforilado, exerce a sua acção sobre as duplas ligações activadas.

3.º — Logo que se formam, os peróxidos dos ésteres gordos não são directamente atacáveis.

No entanto, as recentes investigações de PRIVETT e QUACKENBUSH (1954) não confirmam as afirmações anteriores.

3) *Actividade*

A actividade de um antioxigénio, ou de uma mistura antioxigénio-sinérgico, costuma avaliar-se pelo *factor de protecção* (F. P.), que se define como o «cociente entre o tempo de estabilidade (geralmente expresso em horas ou em dias) da amostra contendo o antioxigénio adicionado (ou antioxigénio + sinérgico) e o tempo de estabilidade da amostra testemunha, nas mesmas condições de ensaio». Por vezes, indica-se só o tempo necessário para que a gordura estabilizada atinja um índice de peróxidos pre-determinado ou o estado de rancidez incipiente.

Outros autores, tomando uma gordura (em geral a banha refinada) e um antioxigénio para padrões, preferem usar o *factor* ou *relação do antioxigénio*, que é dado pela expressão: $\frac{E_x - E_c}{E_s - E_c}$, em que E_c representa a estabilidade da banha-padrão, E_s a estabilidade da mesma banha com o antioxigénio «standard» e E_x a estabilidade da banha quando tratada com o «inibidor» que se deseja cotejar.

É difícil, quando não impossível, obter da bibliografia dados comparativos com respeito à eficácia relativa dos vários antioxigénios para um substrato particular. Isto resulta do facto de que os materiais empregados não são homogéneos, da escassez de informações concernentes às suas características e da grande arbitrariedade de métodos empregados.

A actividade de um antioxigénio depende da sua natureza e concentração, estado da gordura, temperatura, etc. A interpretação dos resultados é por vezes complicada pela possibilidade de sinergismo dos antioxigénios adicionados com os naturais e pela existência de substâncias prooxigénicas. A solubilidade e a instabilidade ao calor são factores a considerar. O critério de apreciação mais

comum tem como base a percentagem. Mais legítimo seria, porém, o confronto entre equivalentes moleculares.

Dos compostos fenólicos e seus derivados, os mais activos como estabilizadores, sem pretender indicar qualquer ordem rigo-

TABELA I (a)

EFEITO DE DIFERENTES ANTIOXIGÉNIOS NA BANHA — M. O. A. A 97°,7 C

Antioxigénio	Quantidade %	Horas de estabilidade	
		Não protegida	Protegida
α-Tocoferol	0,10	10	17
β-Tocoferol	0,10	10	22
γ-Tocoferol	0,10	10	35
δ-Tocoferol	0,10	10	42
α-Tocoferol	0,03	5,0	21
β-Tocoferol	0,03	5,0	35
Mistura de tocof, do óleo de algodão	0,03	5,0	20
Mistura de tocof, do óleo de amendoim	0,03	5,0	28
Óleo de milho refinado	2,5	6,0	15
Óleo de soja refinado	2,5	6,0	14
Óleo de sem. de algodão refinado	2,5	6,0	11,5
Óleo de embrião de trigo + ácido cítrico	0,2	2,5	5,4
Goma guaiaca	0,05	6,0	20
NDGA	0,01	3,0	25
NDGA	0,01	11,0	210
Galato de propilo	0,01	6,0	33
Galato de propilo	0,01	7.0	70
Galato de dodecilo	0,02	7,0	70
Ácido gálico	0,01	7,0	66
Ácido tânico	0,10	6,0	37
Norconidendrina	0,01	3,0	22
BHA	0,01	4,0	21
BHA + 0,003 % de galato de propilo + + 0,002 % de ácido cítrico	0,01	4,0	60

(a) BAILEY, A. E. — Industrial Oil and Fat Produts (2.ª ed.): 232 (1951).

rosa, são os seguintes: Ácido gálico e seus ésteres (principalmente os galatos de propilo e de estilo), ácido nordihidroguaiarético (N. D. G. A.), pirogalol, hidroquinona, pirocatequina, 1,5-dihidroxinaftaleno, α- e β-conidendrois, norconidendrina, sesamol, gossipol, di-t-butil-p-cresol, hidroxianisole butilado (B. H. A.), σ-, γ-, β- e α-totocoferol, goma guaiaca, quercetina, dihidroquercetina, cumo-

quinol, ésteres orgânicos da tirosina, «2-2', 3-3'-tetrahidroximetil difenil», hidroxicromanos, vanilina, ácido aconítico, benjoim, etc., etc.

Entre os compostos não fenólicos que se citam como capazes

TABELA II

ANTIOXIGÉNIOS E SINÉRGICOS APROVADOS PELA «MEAT INSPECTION DIVISION» DOS ESTADOS UNIDOS PARA A BANHA

M. I. D.	Data	Antioxigénio ou sinérgico	Teor máximo
Carta perm.te	26.12.41	Lecitina	Sem limite fixado
Cir. 2354	26.12.41	Goma guaiaca	1/10 de 1 %
25	11.12.43	N.D.G.A.	1/100 de 1 %
29	10. 2.44	Tocoferol a 30 % de concentração	1/10 de 1 %
59	15. 1.45	Ácido cítrico	1/100 de 1 %
90	7. 2.46	N. D. G. A. + ácido fosfórico ou ácido cítrico	N.D.G.A. 1/100 de 1 % Ácido fosfórico: 5/1000 de 1 %
104	29. 4.47	Galato de propilo no óleo de milho e lecitina	1/100 de 1 %
109	30.12.47	Galato de propilo e ácido cítrico	Galato: 1/100 de 1 % Ác. cítrico: 5/1000 de 1 %
110	22. 3.48	Acido tiodipropiónico Tiodipropionato dilaurílico Tiodipropionato diestearílico	1/100 de 1 % 9/100 de 1 % 9/100 de 1 % De cada, ou em mistura dos dois
114	2. 6.48	Hidroquinona (1) Hidroxianisole butilado (B.H.A.)	1/100 de 1 % 2/100 de 1 % Em mistura 5/1000 de 1% e 2/100 de 1% resp.te
		Ácido cítrico ou fosfórico	5/1000 de 1 %
118	13.12.48	Hidroxianisole butilado (B.H.A.) ou B. H. A. e N. D. G. A.	2/100 de 1 % 2/100 de 1 % + 1/100 de 1 %
		ou cada um destes produtos + + ácido cítrico ou fosfórico	5/1000 de 1 % de ácido cítrico ou fosfórico

(1) A aprovação da hidroquinona foi posteriormente cancelada.

de funcionar como antioxigénios, a par das propriedades sinérgicas que alguns deles revelam, incluem-se: ácido tiodipropiónico, tiodipropionato dilaurílico e diestearílico, ácidos cafeico e hidrocafeico, ácidos β-mercaptoptopiónicos substituidos, ácidos maleico, malónico, oxálico, tartárico, citracónico, pirúvico, succínico, fumá-

rico, fítico e outros, açúcar, aminas, glutamina, m- e p-aminas benzénicas, especiarias, etc.

De uma maneira geral, os o- e p-fenois são os mais activos e os mais divulgados.

Com respeito aos sinérgicos dos antioxigénios fenólicos, os mais interessantes são os que já referimos anteriormente.

Na Tab. I põe-se em destaque a actividade relativa de alguns antioxigénios e sinérgicos.

De uma maneira geral, os antioxigénios revelam-se mais eficazes na estabilização de gorduras animais, sobretudo para baixas concentrações. Os sinérgicos podem, no entanto, prestar excelentes serviços no prolongamento da vida útil das gorduras vegetais, dada a sua riqueza natural em «inibidores».

4) *Antioxigénios e sinérgicos aprovados pela «M. I. D.»*

Como linha de orientação, indicamos na Tab. II os antioxigénios e sinérgicos aprovados pela «Meat Inspection Division», dos E. U., para a estabilização da banha, mas que se têm aplicado a outras gorduras.

Com as concentrações acima referidas, LUNDBERG (1947) cita exemplos em que se obtiveram factores de protecção váriáveis entre 2 e 30, e ainda maiores, conforme a natureza do substrato e as condições de ensaio.

MATERIAL

O material é constituído por 12 amostras de gorduras alimentares diversas, cujas características mais salientes se descrevem na Tab. III.

Uma parte do óleo de palma em natureza foi desdobrada em duas fracções, mediante a seguinte técnica: Depois de se fundir o óleo de palma, deixou-se em repouso durante um certo tempo numa estufa mantida à temperatura sensivelmente constante de 25° C. Separou-se, por decantação, a fracção líquida da massa cristalina dos glicerídeos sólidos. Esta última, rica em glicerídeos fluidos, foi comprimida por meio de um pano branco, à mesma temperatura de 25° C, e a gordura assim libertada juntou-se à fracção líquida.

TABELA III

GORDURAS ENSAIADAS

N.º da amostra	Descrição	Origem	Colheita da amostra (a)
1	Azeite da var. Bical (virgem)	Ex. no Lab.	1949-50
2	» » » » »	» » »	1950-51
3	» » » C. Grande (virgem)	» » »	1949-50
4	» » » Madural »	» » »	1951-52
5	» » » Verdeal »	» » »	1949-50
6	» » » » »	» » »	1950-51
7	Banha caseira	—	8-2-52
8	Margarina Vaqueiro	Fab. Imp. Marg.	8-2-52
9	Óleo de amendoim, refinado	C. U. F.	24-7-51
10	Óleo de palma, em natureza	»	6-10-51
11	» » » fr. «líquida»	»	»
12	» » » fr. «sólida»	»	»

(a) A data da colheita refere-se à aquisição das amostras, com excepção dos azeites, em que se indica o período da respectiva apanha da azeitona, correspondente ao grau de maturação industrial.

MÉTODOS

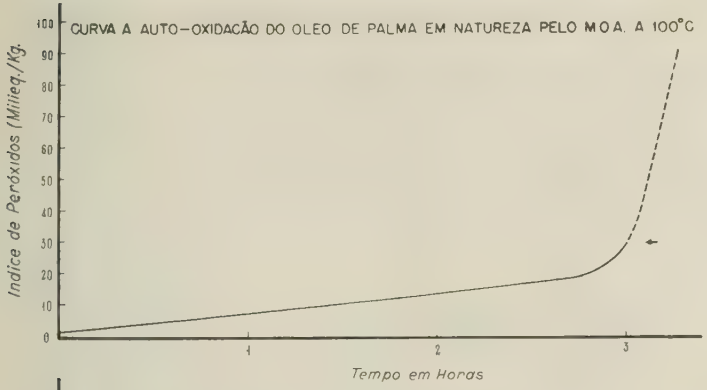
Para o estudo da estabilidade, com e sem adição de antioxigénios e sinérgicos, recorreu-se, fundamentalmente, ao método de SWIFT ou do oxigénio activo, aprovado pelo «Committee on Analysis of Commercial Fats and Oils» (1945), e originalmente proposto por KING, ROSCHEN e IRWIN (1933). Operámos, porém, a 100° C em vez de 97,7° C. A titulação dos peróxidos fez-se pelo método de WHEELER (1932).

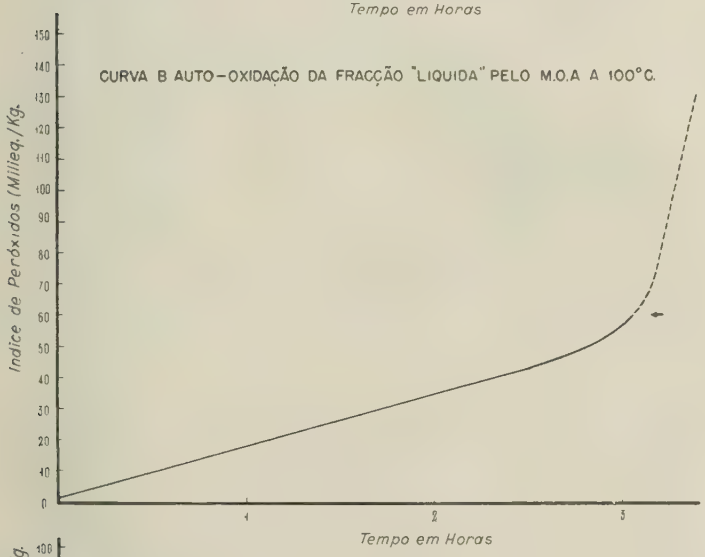
Paralelamente, adoptou-se ainda uma modalidade do método de estufa, com 5 g de gordura em balões de Erlenmeyer de 150 ml de capacidade, a 60° C, e um «test» de armazenamento com 1 kg das amostras ensaiadas, à temperatura ordinária e ao abrigo da luz.

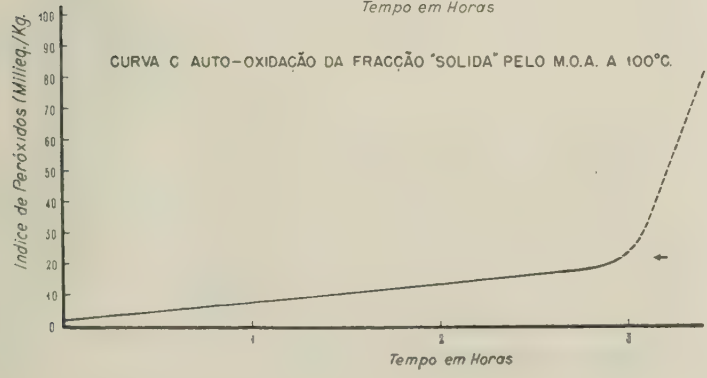
RESULTADOS — SUA DISCUSSÃO

I — CURVAS DE AUTO-OXIDAÇÃO

A evolução do fenómeno auto-oxidativo, no óleo de palma em natureza e nas fracções «líquida» e «sólida», está traduzida nas curvas A, B e C, obtidas pelo M. O. A., a 100° C. Cada uma delas foi construída com as médias de 4 pares de valores, até à detecção organoléptica da rancidez aldeídica.


CURVA A AUTO-OXIDACÃO DO OLEO DE PALMA EM NATUREZA PELO M.O.A. A 100°C
Indice de Peróxidos (Milleq./Kg.
Tempo em Horas


CURVA B AUTO-OXIDAÇÃO DA FRACÇÃO "LIQUIDA" PELO M.O.A A 100°C.
Indice de Peróxidos (Milleq./Kg.
Tempo em Horas


CURVA C AUTO-OXIDAÇÃO DA FRACÇÃO "SOLIDA" PELO M.O.A. A 100°C.
Indice de Peróxidos (Milleq./Kg.
Tempo em Horas

II — ESTABILIDADE

1) *Pelo método do oxigénio activo, a 100° C ± 0,°3 C*

TABELA IV

ESTABILIDADE DE ALGUMAS GORDURAS ALIMENTARES

N.º da Amostra	Gorduras	Colheita da amostra	Estabilidade em horas
1	Azeite da var. Bical (virgem)	1949-50	14
2	» » » » »	1950-51	17
3	» » » C. Grande (virgem)	1949-50	9
4	» » » Madural »	1951-52	15
5	» » » Verdeal »	1949-50	10
6	» » » » »	1950-51	12
7	Banha caseira	8.2.52	7
9	Óleo de amendoim, refinado	24.7.51	9
10	Óleo de palma em natureza	6.10.51	3,25
11	» » » , fracção « líquida »	6.10.51	3
12	» » » , fracção « sólida »	6.10.51	3

2) *Pelo método de estufa (5 g a 60° C)* (1)

TABELA V

ESTABILIDADE DE ALGUMAS GORDURAS

N.º da amostra	Gorduras	Colheita da amostra	Estabilidade em dias
9	Óleo de amendoim, refinado	24.7.51	9
10	Óleo de palma, em natureza	6.10.51	3
11	Óleo de palma, fr. « líquida »	6.10.51	3
12	Óleo de palma, fr. « sólida »	6.10.51	3

(1) Registaram-se oscilações térmicas de 5° C, mas todas as amostras foram colocadas na estufa à mesma hora do mesmo dia.

3) *Pelo «test» de armazenamento*

TABELA VI

ESTABILIDADE DAS FRACÇÕES «LÍQUIDA» E «SÓLIDA»

N.º da amostra	Gorduras	Colheita da amostra	Estabilidade em meses
11	Fracção «líquida»	6.10.51	> 12
12	Fracção «sólida»	6.10.51	8

III — INFLUÊNCIA DOS ANTIOXIGÉNIOS E SINÉRGICOS NA ESTABILIDADE DO ÓLEO DE PALMA EM NATUREZA E DAS FRACÇÕES «LIQUIDA» E «SÓLIDA»

1) *Influência dos antioxigénios*

a) *Pelo método do oxigénio activo, a 100° C + 0°,3 C*

TABELA VII

ACÇÃO DE ALGUNS ANTIOXIGÉNIOS

Gorduras e antioxigénios	Estabilidade em horas	Factor de protecção
Óleo de palma em natureza (testemunha)	3	—
» » » » » + 0,01 % N.D.G.A.	4	1,33
» » » » » + 0,01 % B.H.A.	4	1,33
» » » » » + 0,01 % galato de etilo	4	1,33
» » » » » + 0,01 % hidroquinona	5	1,66
Fracção «líquida» (testemunha)	3	—
» » + 0,01 % N.D.G.A.	3	1
» » + 0,01 % B.H.A.	3	1
» » + 0,01 % galato de etilo	3	1
» » + 0,01 % hidroquinona	3,25	1,08
Fracção «sólida» (testemunha)	3	—
» » + 0,01 % N.D.G.A.	4	1,33
» » + 0,01 % B.H.A.	4	1,33
» » + 0,01 % galato de etilo	4	1,33
» » + 0,01 % hidroquinona	—	—

TABELA VIII

INFLUÊNCIA DO AUMENTO DE CONCENTRAÇÃO DOS ANTIOXIGÉNIOS

Gorduras e antioxigénios	Estabilidade em horas	Factor de protecção
Óleo de palma em natureza (testemunha)	3	—
» » » » » + 0,01 % N.D.G.A.	4	1,33
» » » » » + 0,03 % »	5	1,66
» » » » » + 0,01 % B.H.A.	4	1,33
» » » » » + 0,02 % »	5	1,66
Fracção «líquida» (testemunha)	3	—
» » + 0,01 % N.D.G.A.	3	1
» » + 0,03 % »	5	1,66
» » + 0,01 % B.H.A.	3	1
» » + 0,02 % »	4	1,33
Fracção «sólida» (testemunha)	3	—
» » + 0,01 % N.D.G.A.	4	1,33
» » + 0,03 % »	5	1,66
» » + 0,01 % B.H.A.	4	1,33
» » + 0,02 % »	5	1,66

TABELA IX

ACÇÃO DE MISTURAS DE ANTIOXIGÉNIOS

Gorduras e antioxigénios	Estabilidade em horas	Factor de protecção
Óleos de palma em natureza (testemunha)	3	—
» » » » » + 0,01 % N.D.G.A. + + 0,02 % B.H.A.	6	2
Fracção «líquida» (testemunha)	3	2
» » + 0,01 % N. D. G. A. + + 0,02 % B.H.A.	5	1,66
Fracção «sólida» (testemunha)	3	—
» » + 0,01 % N. D. G. A. + + 0,02 % B. H. A.	6	2

b) *Pelo método de estufa, a 60° C*

TABELA X

ACÇÃO DO N. D. G. A.

Gorduras e antioxigénios	Estabilidade em dias	Factor de protecção
Óleo de palma em natureza (testemunha)	3	—
» » » » » + 0,01 % N.D.G.A.	4	1,33
Fracção «líquida» (testemunha)	3	—
» » + 0,01 % N. D. G. A	3	1
Fracção «sólida» (testemunha)	3	—
» » + 0,01 % N. D. G. A.	4	1,33

2) *Influência dos sinérgicos*

a) *Pelo método do oxigénio activo, a 100° C + 0°,3 C*

TABELA XI

ACÇÃO DE ALGUNS SINÉRGICOS

Gorduras e sinérgicos	Estabilidade em horas	Factor de protecção
Óleo de palma em natureza (testemunha)	3	—
» » » » » +0,005% ácido cítrico	3,66	1,22
» » » » » +0,005% ácido fosfórico	3,66	1,22
» » » » » +0,005% ácido ascórbico	3	1
Fracção «líquida» (testemunha)	3	—
» » +0,005% ácido cítrico	19	6,33
» » +0,005% ácido fosfórico	25	8,33
» » +0,005% ácido ascórbico	3	1
Fracção «sólida» (testemunha)	3	—
» » +0,005 % ácido cítrico	4	1,33
» » +0,005 % ácido fosfórico	3,83	1,27
» » +0,005 % ácido ascórbico	3	1

TABELA XII

INFLUÊNCIA DO AUMENTO DE CONCENTRAÇÃO EM ÁCIDO CÍTRICO

Gorduras e ácido cítrico	Estabilidade em horas	Factor de protecção
Óleo de palma em natureza (testemunha)	3	—
» » » » » + 0,005 % ácido cítrico	3,66	1,22
» » » » » + 0,005 % » »	3,66	1,22
Fracção «líquida» (testemunha)	3	—
» » + 0,005 % ácido cítrico	19	6,33
» » + 0,015 % » »	24	8
Fracção «sólida» (testemunha)	3	—
» » + 0,005 % ácido cítrico	3,66	1,22
» » + 0,015 % » »	3,66	1,22

b) *Pelo método de estufa, a 60° C*

TABELA XIII

ACÇÃO DE ÁCIDO CÍTRICO

Gorduras e ácido cítrico	Estabilidade em dias	Factor de protecção
Óleo de palma em natureza (testemunha)	3	—
» » » » » + 0,005 % ácido cítrico	3	1
Fracção «líquida» (testemunha)	3	—
» » + 0,005 % ácido cítrico	12	4
Fracção «sólida» (testemunha)	3	—
» » + 0,005 % ácido cítrico	4	1,33

3) *Acção conjunta de antioxigénios e sinérgicos*

a) *Pelo método do oxigénio activo, a 100° C ± 0,3° C*

TABELA XIV

ACÇÃO DE ANTIOXIGÉNIOS E SINÉRGICOS EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

Gorduras, antioxigénios e sinérgicos	Estabilidade em horas	Factor de protecção
Óleo de palma em natureza (testemunha)	3	—
» » » » » + 0,01% N.D.G.A. + + 0,005% ácido cítrico	4,33	1,44
» » » » » + 0,03% N.D.G.A. + + 0,005% ácido cítrico	5,33	1,77
» » » » » + 0,01% B.H.A. + + 0,005% ácido cítrico	5	1,66
» » » » » + 0,02% B.H.A. + + 0,005% ácido cítrico	6	2
» » » » » + 0,01% galato de etilo + + 0,005% ácido cítrico	4,33	1,44
Fracção «líquida» (testemunha)	3	—
» » + 0,01% N.D.G.A. + 0,005% ácido cítrico	20	6,66
» » + 0,03% N.D.G.A. + 0,005% ácido cítrico	22	7,33
» » + 0,01% B.H.A. + 0,005% ácido cítrico	26	8,66
» » + 0,02% B.H.A. + 0,005% ácido cítrico	26	8,66
» » + 0,01% galato etilo + 0,005% ácido cítrico	26	8,66
Fracção «sólida» (testemunha)	3	—
» » + 0,01% N.D.G.A. + 0,005% ácido cítrico	5	1,66
» » + 0,03% N.D.G.A. + 0,005% ácido cítrico	5,50	1,83
» » + 0,01% B.H.A. + 0,005% ácido cítrico	5,16	1,72
» » + 0,02% B.H.A. + 0,005% ácido cítrico	—	—
» » + 0,01% galato de etilo + 0,005% ácido cítrico	5,16	1,72

b) *Pelo método de estufa, a 60° C*

TABELA XV

ACÇÃO CONJUNTA DO N. D. G. A. E ÁCIDO CÍTRICO

Gordura, antioxigénio e sinérgico	Estabilidade em dias	Factor de produção
Óleo de palma em natureza (testemunha)	3	—
» » » » » +0,01% N.D.G.A.+0,005 ácido cítrico	4	1,33
Fracção «líquida» (testemunha)	3	—
» » +0,01% N.D.G.A.+ 0,005 % ác. cít.	15	5
Fracção «sólida» (testemunha)	3	—
» » +0,01% N.D.G.A.+0,005% ác. cítrico	4	1,33

As três horas de estabilidade (Tabelas II e III) da amostra de óleo de palma em natureza, e das fracções «líquida» e «sólida», determinadas pelo M. O. A. e confirmadas pelo método de estufa, representam um resultado francamente anormal, em relação à excepcional capacidade de resistência que o caracteriza, quando extraido e armazenado em condições apropriadas, e que constitui uma das suas propriedades mais significativas

Como causas prováveis desta susceptibilidade à acção do oxigénio, pode considerar-se em primeiro lugar a existência de quantidades apreciáveis de ferro, que é um prooxigénio altamente nefasto, sob a forma de sabões liposolúveis. Este elemento, qualitativamente identificado na cinza, proveio, segundo toda a verosimilhança, do ataque dos ácidos gordos livres às paredes de recipientes em que a gordura esteve contida. Não se ignora que uma grande quantidade dos nossos óleos de palma industriais, de elevada acidez, são embalados em tambores de ferro, que permanecem por períodos mais ou menos longos nos portos de embarque, sujeitos às intempéries do clima, onde ainda se continua conservando nas fábricas ou armazéns europeus.

Outra causa que se pode admitir é a acidez, condicionada pela temperatura, humidade e impurezas. Segundo LONCI (1952), a hidrólise espontânea dos óleos de palma reveste uma importância considerável, produzindo-se a acidificação na fase lipídica ùnica-

mente a partir da água dissolvida, cuja quantidade varia com a temperatura e a percentagem de ácidos gordos livres, e progredindo por um fenómeno de autocatálise. O autor considera ainda que a constante da velocidade de hidrólise duplica por cada acréscimo de cerca de 10° C. Outros investigadores pensam que também as impurezas contribuem para o aumento da acidez dos óleos brutos, agindo principalmente por emulsificação do meio líquido.

Em face das afirmações anteriores, é aceitável supor que durante a fase de auto-oxidação das amostras, a 100° C e a 60° C, se tenha libertado uma quantidade importante de *ácidos gordos*, a juntar à elevada acidez inicial (25°), que são mais susceptíveis ao ataque do oxigénio do que os correspondentes triglicerídeos. No entanto, a pequena percentagem de água (1,5 %) e a sua evaporação podem ter limitado a extensão da hidrólise. Quanto às impurezas insolúveis no éter de petróleo (p. e., 40°-60°), resta provar que alguns dos seus componentes, ou os produtos deles resultantes, não interferem directamente.

Ainda convém reter como cousas secundárias as que representam a influência dos processos de extracção nas características químicas e físicas, principalmente no teor em «inibidores» naturais, da variedade botânica, das condições ecológicas e da idade, ou as referentes à interferência do calor e dos metais na actividade dos componentes do insaponificável.

As três curvas de auto-oxidação (A, B e C) foram construídas com as médias de quatro pares de valores: a primeira representa o índice de peróxidos inicial, determinado um pouco antes do começo dos ensaios, e as restantes foram adquiridas nas amostras auto-oxidadas, com intervalos de 1 hora, a última das quais equivale ao momento de detecção organoléptica da rancidez. O troço desenhado a traço interrompido é a imagem geométrica aproximada da 2.ª fase auto-oxidativa. Foi delineada utilizando como paradigma as curvas incluídas nos trabalhos de VANDERWEYEN e ROELS (1949).

Pela inspecção das referidas curvas (A, B e C), verifica-se que a velocidade de peroxidação, durante a 1.ª fase, atingiu o máximo, em qualquer instante, na fracção «líquida» e o mínimo na «sólida», como consequência das insaturações respectivas e da percentagem relativa (aparente) em «inibidores». Nestes três sistemas químicos

diferentes, o efeito conjugado dos factores: natureza dos glicerídeos (ou dos ácidos gordos livres), pro e antioxigénios, traduziu-se por uma estabilidade sensìvelmente análoga, às temperaturas de 100° C e 60° C, com ligeira superioridade da gordura «líquida».

Os índices de peróxidos coincidentes com a detecção olfactiva dos aldeídos libertados, ou seja, correspondentes ao termo do período de latência, são aproximadamente, nas amostras estudadas: óleo de palma em natureza: 30 miliequivalentes/kg; na fracção «sólida»: 20 miliequivalentes/kg; na fracção «líquida»: 60 miliequivalentes/kg.

Esta última gordura foi nitidamente menos susceptível à oxidação atmosférica do que a amostra «sólida», na conjuntura do «test» de armazenamento (Tab. VI), porventura como reflexo do exercício mútuo da quantidade de gordura, superfície de contacto com a atmosfera circundante, velocidade de difusão do oxigénio e temperatura nas alterações específicas dos glicerídeos e ácidos gordos livres, e na actividade das substâncias pro e antioxigénicas. A estrutura dos peróxidos formados depende destes agentes, principalmente da composição química do substrato e da temperatura, e tanto eles como outros produtos intervêm e modificam o curso auto-oxidativo. Tem interesse mencionar que à superfície da fracção «líquida» se formou uma camada relativamente espessa e uniforme, presumivelmente constituída por polímeros glicéricos ou de ácidos livres, que de certo modo a protegeram da difusão do ar no seio da gordura.

Reportando-nos agora à análise da acção dos antioxigénios ensaiados, pelo M. O. A. e pelo método de estufa, na estabilidade do óleo de palma em natureza, e das duas gorduras desdobradas a partir dele, deduz-se que a incorporação do ácido nordihidroguaiarético, hidroxianisole butilado, galato de etilo e hidroquinona, provocou as seguintes modificações, implícitas nas (Tabs. V a X).

1) *No óleo de palma em natureza e na fracção «sólida»*

a) — Obtiveram-se *factores de protecção* iguais a 1,33 com 0,01 % de todos os anti-oxigénios, exceptuando a hidroquinona, em que atingiu 1,66.

b) — Ao aumento de concentração do N. D. G. A. e do B. H. A. para 0,03 % e 0,02 %, respectivamente, correspondeu apenas um ligeiro acréscimo de resistência (F. P. = 1,66).

c) — A mistura de 0,01 % de N. D. G. A. e 0,02 % de B. H. A. não se revelou superior (F. P. = 2) à soma das suas actividades isoladas, em idênticas concentrações.

2) *Na fracção «líquida»*

a) — Nas percentagens de 0,01 %, sòmente a hidroquinona exerceu uma actividade antioxigénica insignificante (F. P. = 1,08).

b) — O teor de 0,02 % de B. H. A. foi também menos èficaz (F. P. = 1,33) do que nas duas amostras anteriores. O N. D. G. A., na percentagem de 0,03 %, concedeu, no entanto, o mesmo grau de protecção (F. P. = 1,66).

c) — A mistura indicada na alínea 1.c) foi, nesta fracção, menos activa (F. P. = 1,66), mas, neste ensaio, manifestou-se a sinergia do hidroxianisole butilado com o ácido nordihidroguaiarético.

Os resultados acima resumidos integram-se nas observações de carácter geral, sintetizadas por MOORE e BICKFORD (1952).

É legítimo, portanto, afirmar que os métodos acelerantes utilizados, em conexão com o exame organoléptico, porporcionaram, nestes ensaios, resultados muito satisfatórios. No entanto, podem apontar-se como deficiências mais destacadas a incapacidade de se descobrirem diferenças de poder antioxigénico entre as concentrações de 0,02 % de B. H. A. e 0,03 % de N. D. G. A., no óleo de palma em natureza e na fracção «sólida», e, do mesmo modo, de discernir a sinergia de misturas destes compostos, que sòmente sobressaiu nos ensaios com a gordura «líquida». Apesar de ser factível justificar teòricamente estas divergências, preferimos não insistir, à falta de ensaios mais numerosos, e, primàriamente, porque os substratos se afastam muito dos requisitos ideais propícios a generalizações.

Quanto à influência das substâncias sinérgicas (Tabs. X a XIII), constata-se que a adição de 0,005 % de ácido cítrico e fosfórico provocou um ligeiro acréscimo na estabilidade do óleo de palma em natureza e da fracção «sólida», expressa por um *factor de protecção* igual a 1,22 e 1,33, respectivamente, enquanto que a mesma quantidade de ácido ascórbico exerceu um efeito nulo. Uma percentagem tripla de ácido cítrico (0,015 %) manteve este resultado inalterável. Porém, na fracção «líquida» obtiveram-se núme-

ros bem diferentes, quer pelo M. O. A. quer pelo método de estufa. Neste caso, o ácido ascórbico teve do mesmo modo uma acção nula, mas os ácidos cítrico e fosfórico, com superioridade deste último, elevaram a estabilidade de 3 horas para 19 e 25 horas, quando ensaiados em concentrações de 0,005 % a 100° C. O uso de 0,015 % de ácido cítrico originou um aumento de mais 5 horas em relação ao antecedente. No método de estufa lograram-se resultados similares, com amplitudes um tanto menos acentuadas.

À luz destes dados, surge com maior clareza a preponderância dos sabões de ferro na estabilidade das gorduras estudadas. Na fracção «líquida», a eficácia dos ácidos fosfórico e cítrico justifica-se principalmente por «desactivação» metálica do meio gordo, transmutando-se o ferro em complexos inactivos, fenómeno que é particularmente característico e útil na presença deste elemento O ácido ascórbico parece que actua apenas sobre o cobre.

Considerando, porém, que a percentagem de cinza determinada na amostra «líquida» foi de 0,008 %, é indubitável que, pelo menos na concentração de 0,015 %, ficaram disponíveis muitas moléculas do ácido para desempenhar a função de sinergia com um ou vários «inibidores» naturais. Pode objectar-se que, nestas condições, um período de latência de 25 horas é ainda inferior ao que seria de esperar. Mantém-se, todavia, o peso provável de todas as outras causas anteriormente discriminadas e, além disso, resta por esclarecer se a reacção pela qual o ferro é inactivado obedece ou não à lei de van't Hoff e, em caso afirmativo, qual o valor da *constante de equilíbrio* a uma dada temperatura.

No óleo de palma em natureza, com um teor de cinza de 0,042 %, e na fracção «sólida», a escassa protecção conseguida, com qualquer dos ácidos, fundamenta a hipótese de que as quantidades utilizadas foram insuficientes para provocar uma «desactivação» efectiva do meio gordo, pois a máxima estabilidade obtida, 4 horas, denuncia uma intensa actividade prooxigénica, confirmada também pelo método de estufa.

No que concerne ao efeito conjugado de diversas concentrações de ácido nordihidroguaiarético, hidroxianisole butilado e galato de etilo com 0,005 % de ácido cítrico, sobressai o paralelismo com os resultados precedentes. A sinergia ganha relevo na fracção «líquida», onde os *factores de protecção* foram de 6,6 a 8,6 ao passo que nas outras das gorduras oscilaram entre 1,44 e 2.

Os sistemas B. H. A. ou galato de etilo — ácido cítrico superaram, na amostra «líquida», o conjunto em que um dos membros é o NDGA., concedendo um acréscimo de resistência à auto-oxidação de 7 e 4 horas, respectivamente, quando comparada com a soma das actividades isoladas de cada um dos compostos, sob o concerto de circunstâncias análogas. É possível que a relativa superioridade referida se alicerce em uma ou mais das seguintes alternativas (Tabs. XIV e XV):

1.ª — A inactivação do ferro, beneficiando principalmente o galato de etilo.

2.ª — A afinidade sinérgica entre o B. H. A. (ou o galato de etilo) e qualquer dos «inibidores» naturais.

3.ª — A existência de bases alcalinas, às quais o NDGA é muito sensível.

No óleo de palma em natureza e na fracção «sólida», o período de latência médio das amostras contendo os agrupamentos antioxigénio-ácido cítrico foi de 5,09 horas, e o teòricamente calculado, em função das actividades isoladas, é de 5,14 horas. Os desvios negativos individuais oscilaram entre 19,8 (2) e 30 (1) minutos e os positivos entre 9 (2) a 20,4 (2) minutos, a que há ainda a juntar um valor nulo, o que dá uma média de 16,46 minutos, que equivale a cerca de 5,3 % das 5,14 horas. O afastamento máximo manifestou-se na fracção «sólida» com o sistema formado por 0,03 % de NDGA e 0,005 % de ácido cítrico, que teve uma estabilidade de 5,5 horas em vez das 6 horas que seria de esperar se, como aconteceu nestes ensaios, não se revelasse sinergia. A diferença para menos de 30 minutos corresponde, neste exemplo, a 8,3 % da resistência teórica.

Em contrapartida, o método do oxigénio activo tolera oscilações térmicas de 0,6 C, ou seja um erro de 6 %. Podemos, pois, acrescentar que, aparentemente, a prova organoléptica não deu ensejo a divergências importantes.

Como remate, vincamos que, a par da anómala actividade prooxigénica, o óleo de palma em natureza é um substrato normalmente muito rico em «inibidores» naturais e, portanto, pouco favorável ao estudo rigoroso e detalhado sobre as substâncias estabilizadoras.

CONCLUSÕES

1 — O emprego das substâncias antioxigénicas e sinérgicas revelou-se um meio poderoso de aumentar o grau de estabilidade das gorduras alimentares e de prever a sua resistência à auto-oxidação, desde que sejam devidamente considerados os métodos escolhidos para o seu estudo.

2 — O método do oxigénio activo, a 100° C, e o método de estufa, a 60° C, utilizados no estudo da estabilidade natural e provocada de algumas gorduras alimentares, em conexão com a prova organoléptica, carecendo embora de uma base de grande rigor, proporcionam resultados de interesse prático inelutável, em confronto com o « test » mais concludente, mas demorado, do armazemento.

3 — As substâncias antioxigénicas e sinérgicas, oferecem-se como uma alternativa vantajosa, no prolongamento do período de conservação, para gorduras pouco resistentes à auto-oxidação, como a banha e a margarina, ou cuja resistência se encontra diminuida pela idade ou pelos tratamentos tecnológicos, como alguns azeites e óleos de amendoim refinado

4 — A incorporação do ácido nordihidroguaiarético, hidroxianisole butilado, galato de etilo ou hidroquinona, e algumas das suas misturas, em percentagens variáveis de 0,01 % a 0,03 %, contribui para o acréscimo de estabilidade do óleo de palma em natureza e de fracções desdobradas a partir dele.

5 — A contaminação com prooxigénios métálicos pode ser altamente nefasta, como se evidenciou pela extraordinária quebra da estabilidade normal de um óleo de palma de elevada acidez, motivada principalmente pela presença de ferro. A fracção « líquida », obtida daquela gordura por desdobramento a 25° C, é menos susceptível do que a « sólida » ao ataque do oxigénio atmosférico, nas condições apropriadas do armazenamento.

6 — Os ácidos cítrico e fosfórico, ao invés do ácido ascórbico, imobilizam o ferro em complexos inactivos. Num substrato gordo favorável, a acção conjunta de sistemas antioxigénio-sinérgico é superior á soma das actividades isoladas de cada um dos componentes, em condições análogas.

7 — A «variedade» e o meio ecológico parecem influenciar a duração do período de latência dos azeites nacionais. Em princípio, pressupõe-se que as divergências não devem ser muito acentuadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. A. SOUSA DA CÂMARA, mui digno Director da Estação Agronómica Nacional, o autor testemunha o seu profundo reconhecimento pelas facilidades que lhe concedeu.

Ao ex-Chefe do Departamento de Química Tecnológica da Estação Agronómica Nacional que nos sugeriu o tema deste estudo, o autor agradece os seus preciosos ensinamentos e a sua inestimável amizade.

SUMMARY

The problem of the autoxidation and antioxidants in edible fats and oils is briefly reviewed.

By means of the Swift and Schaal test the author has studied the influence of variety and age in the stability of the olive oil, and the action of some antioxidants and synergists in the stability of the palm oil and two fractions in which this was divided («liquid» and «solid»).

The incorporation of NDGA, BHA, ethyl gallate and hidroquinone (0,01 % a 0,03 %) have slightly improved the stability of the palm oil and the two fractions. The benefical effets of the citric and phosphoric acids was firstly due to their property of inactivating metal pro-oxidants.

In the normal conditions of storage, the «liquid» fraction of the palm oil was more stable than the «solid» fraction.

BIBLIOGRAFIA

ALLEN, S. C., and DEEDS, F.
1951 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **28**: 304-6.

ATERTON, D., and HILDITCH, T. P.
1944 *J. Chem. Soc.,*: 105.

BALIEY, A. E.
1948 *Cottonseed and Cottonseed Products, Intersciense Publishers, Inc.*, New York. London.
1949 *J. Am. Oil Chem. Soc.* **26**: 644-8.

BAILEY, A. E.
1951 *Industrial Oil and Fat Products, 2nd. ed., Interscience Publishers, Inc.*, New York. London.

BICKOFF., E. M.
1951 *J. Am. Oil Chem. Soc.* **28**: 65-8.

BICKOFF, E. M., COPPINGER, G. M., LIVINGSTON, A. L. e CAMPBELL, T. W.
1952 *J. Am. Oil Chem. Soc.* **29**: 51-3.

BLAIZOT, P. et CUVIER, P.
1949 Oléagineux, 4: 726-7.

BLAIZOT, P. et CUVIER, P.
1950 Oleagineux, **5**: 164.

BOLLAND, J. L.
1946 *Proc. Roy. Soc.*, 186 A: 218-36.

BOLLAND, J. L. and GEE, G.
1946 *Trans. Farad. Soc.*, **42**: 236.

BOLLAND, J. L. and GEE, G.
1946 *Trans. Farad. Soc.*, **42**: 244.

BOLLAND, J. L. and HUGHES, H.
1949 *J. Chem. Soc.*, 492-7.

CALKINS, V. P.
1947 *J. Am. Chem. Soc.* **69**: 384-8.

CANNON, J. A., ZILCH, K. T., BURKET, S. C., and DUTTON, H. J.
1952 *J. Am. Oil Chem. Soc.* **29**: 447-51.

CHIPAULT, J. R.
1950-51 *Ann. Rep. Horn. Inst. Univ. Minn.,*: 31-6.

COMMITTEE ON ANALYSIS OF COMMERCIAL FATS AND OILS
1945 *Oil and Soap* **22**: 101-4.

DUBOULOZ, P.
1952 *Oléagineux*, **7**: 465-71.

DUBOULOZ, P., LAURENT, J., et JOUVE, G.
1952 *Oléagineux* **7**: 265-71.

EVANS, C. D., SCHWAB, A. W., MOSER, H. A., HAWLEY, J. E., MELVIN, E. H.
1951 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **28**: 68-73.

FARMER, E. H.
1945 *Trans. Inst. Rubber Ind.*, **21**: 122.
1946 *Trans. Tarad. Soc.*, **42**: 228.
1947 *J. Soc. Chem. Ind.*, **66**: 86-93.

FARMER, E. H., BLOOMFIELD, G. F., SUNDRALINGAM, A., and SUTTON, D. A.
1942 *Trans. Farad. Soc.*, **38**: 348.

FARMER, E. H., KOCH, H. P. and SUTTON, D. A.
1943 *J. Chem. Soc.*, 541.

FARMER, E. H. and SUNDRALINGAM, A.
1942 *J. Chem. Soc.*, 121.
1943 *J. Chem. Soc.*, 125.

FARMER, E. H. and SUTTON, D. A.
1942 *J. Chem. Soc.*, 139.
1943 *J. Chem. Soc.*, 119.
1943 *J. Chem. Soc.*, 122.

FARMER, E. H. and SUTTON, D. A.
1946 *J. Chem. Soc.*, 10.

FUGGER, J., ZILCH, K. T., CANNON, J. A. and DUTTON, H. J.
1951 *J. Am. Chem. Soc.*, **73**: 2861.

GARÓGLIO, P. G.
1950 *Tecnologia de los Aceites Vegetales*, t. I, Min. Educacion, Universidade Nacional de Cuyo, Mendoza (Argentina).

GOLUMBIC, C.
1943 Oil and Soap, **20**: 105-7.
1946 *Biological Antioxidants*, Josiah Macy, Jr., Foundation, New York.

GUNSTONE, F. D., and HILDITCH, T. P.
1945 *J. Chem. Soc.*,: 836-41.
1946 *J. Chem. Soc.*,: 1022-5.

HANNAN, R. S., and BOAG, J. W.
1952 *Nature*, **169**: 152-3.

HENDRICKSON, M. J., PRIVET, O. S., and CHIPAULT, J. P.
1948-49 *Ann. Rep. Horm. Inst. Univ. Minn.*,: 105.

HENNECKE, H.
1951 *Fette u. Seifen*, **52**: 636. Ref. in Ion **12**: 434.

HILDITCH, T. P.
1947 *The Chemical Constitution of Natural Fats*, *2nd. ed.*, Chapman and Hall, London.
1950 *Nature*, **166**: 559-9.

HOLMAN, R. T.
1946 *Biological Antioxidantes*, Josiah Macy, Jr., Foundation. New York.

HOLMAN, R. T., and BURR, G. O.
1946 *J. A. Chem., Soc.*, **68**: 652-6.

KING, A., ROSCHEN, H. L. and IRWIN, W. H.
1933 *Oil and Soap*, **10**: 105-9.

KNIGHT, H. B., COLEMAN, J. E. and SWERN, D.
1951 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **28**: 498.

KNIGHT, H. B., EDDY, C. R., and SWERN, D.
1951 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **28**: 188-92.

LEA, C. H.
1938 *Rancidity in Edible Fats*, Department of Scientific and Industrial Research, Food Investigation Report n.º 46, H. M. Stationery Office, London.
1944 *J. Soc. Chem. Ind.*, **63**: 107-12.

LONCIN, M.
1952 *Oléagineux*, **7**: 695-8.

LUNDBERG, W. O.
1946 *Biological Antioxidants*, Josiah Macy, Jr., Foundation, New York.
1947 *A Survey of Present Knowledge, Research, and Practice in the United States Concerning the Stabilization of Fats, Publ. N.º 20 of the Hormel.* Institut of the University of Minnesota, Minneapolis.
1949 *Oléagineux*, **4**: 86-93.

LUNDBERG, W. O., and CHIPAULT, J. R.
1946-47 *Ann. Rep. Horm. Inst. Univ. Minn.,*: 9-14.
1947-48 *Ann. Rep. Horm. Inst. Univ. Ninn.,*: 9-18.
LUNDBERG, W. O.,CHIPAULT, J. R., and HENDRICKSON, M. J.
1949 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **26**: 109-15.
LUNDBERG, W. O., HOLMAN, R. T., BURR, G. O.
1946 *Oil and Soap*, **23**: 10-4.
MACK, C. H., and BIKFORD, W.
1952 *J. Am. Oil Chem.*, **29**: 428-30.
MARKLLEY, K. S.
1947 *Fatty Acids*, Interscience Publishers, Inc., New York.
MICHAELIS, L.
1948 *Biological Antioxidants*, Josiah Macy, Jr., Foundation, New York.
MICHAELIS, L. and WOLLMAN, S. H.
1949 *Science*, **109**: 313-4.
MORTON, R. A.
1942 *The Application of Absorption Spectra to the Study of Vitamins*, Hormones, and Coenzymes, 2 nd. ed., Adam Hilger, Ltd., London.
MOSHER, W. A.
1949 *Biological Antioxidants*, Josiah Macy, Jr., Foundation, New York.
MOUREU, C. et DUFRAISSE, C.
1922 *Compt. rend.*, **174**: 258.
1923 *Compt. rend.*, **174**: 127.
OLCOTT, H. S., and EMERSON, O. H.
1937 *J. Am. Chem. Soc.*, **59**: 1008-9.
OLCOTT, H. S., and MATTILL, H. A.
1941 *Chem. Reviews*, **29**: 257.
PAQUOT, M. C.
1948 *Lipides. Les Problémes das Antioxygénes dans les Corps Gras. Théories et Applications*. Ed. du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
PRIVETT, O. S., and QUACHENBUSH., F. W.
1954 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **31**: 225-7; 321-3.
PRIVETT, O. S., and LUNDBERG, W. O.
1951 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **28**: 313-7.
RALSTON, A. W.
1948 *Fatty Acids and their Derivatives*, John Wiley and Sons, Inc., London.
RUIZ, S.
1951 *Bioquímica de los Lípidos*, Ed. Labor, Barcelona.
SCHONFELD, H.
1936 *Chemio und Technolagie der Fette und Fettprodukte*, vol. I, Springer, Vienna.
SHORLAND, F. B. and HILDITCH, T. P.
1952 *Nature*, **170**: 924-5.
SISLEY, J. P.
1950 *Oléagineux*, **5**: 478-87.
SKELLON, J. KH. and TAYLOR, P. E.
1952 *J. Chem. Soc.*, 1813-6.

STORGÅRDS, T., and HIETARANTA, M.
1949 *Proc. 12th. Intern. Dairy Cong.*, **2**: 280-3.
SWERN, D.
1948 *J. Am. Chem. Soc.*, **70**: 1235-40.
SWERN, D., SCANLAN, J. T. and KNIGHT, H. B.
1948 *J. Am. Oil Chem. Chem. Soc.*, **25**: 193-200.
SWIFT, C. E.
1946 *Biological Antioxidants*, Josiah Macy, Jr., Foundation, New York.
SWIFT, C. E., and DOLLEAR, F. G.
1950-51 *The Yearbook of Agriculture*, U. S. Department of Agriculture, Washington.
1948 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **25**: 52-3.
SWIFT, C. E., DOLLEAR, F. G., BROWN, L. E., and O'CONNOR, R. T.
1948 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **25**: 39-41.
TAUFEL, K., und ROTHE, H.
1951 *Fette u. Seifen*, **53**: 381-5. Ref. in *Chem. Abs.*, **46**; 5866 i.
TAYLOR, U. S.
1946 *Biological Antioxidants*, Josiah Macy, Jr., Foundation, New York.
TAYLOR, W. C.
1949 *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **26**: 413-8.
TOLLENAAR, F. D.
1949 *Proc. 12th Int. Dairy Cong.*, **2**: 357.
TREIBS, W.
1947 *Chem. Ber.*, **80**: 423-6. Ref. in *Chem. Abs.*, **42**: 7707-8.
VANDERWEYEN, R. et ROELS, O.
1949 *Les Variétés « d'Elaies Guineensis » Jacquin du Type « Albescens » et « L'Elaies Melanococca » Gaertner*, Publication de l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge (I. N. E. A. C.), Série Scientifique n.º 42, Bruxelles.
VANNECK, C., LONCIN, M. et JACQMAIN, D.
1951 *Bull. Agr. Congo Belge*, **42**: 57-64.
VELHO, H. de L. A.
1948 *Agronomia Angolana*, **1**: 75-9.
VELHO, H. de L. A. e XABREGAS, J. L.
1950 *Agronomia Angolana*, **3**: 133-42.
WHEELER, D. H.
1932 *Oil and Soap*, **9**: 89-97.
WOODARD, G., HAGAN, E. C. and RADOMSKI, J. L.
1949 *Federation Proc.*, **8**: 348. Ref. in *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **26**: 322.
ZILCH, R. T. and DUTTON, H. J.
1951 Anal. Chem., 23-775-8.

TRÊS CONCEITOS DE ECOLOGIA

POR *J. PINA MANIQUE E ALBUQUERQUE*
(ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL)

QUANDO HUMBOLDT sentenciou que a vegetação é a marca mais saliente dum território atribuiu-lhe implìcitamente um papel geográfico primacial. Por isso a Ecologia, ao agrupar plantas com as mesmas exigências e adaptações, tem nos estudos corográficos o maior interesse, porque esses agrupamentos ecológicos ou biotípicos é que sobretudo determinam a fisionomia regional, excepto nos relevos orográficos de grande envergadura.

Convém advertir que a Carta Florestal e Agrícola dum País, considerada nas suas linhas gerais, deve ser um corolário da Carta Ecológica. Tal como adverte o agrónomo-ecologista PAPADAKIS (1951), a distribuição geográfica das culturas é, pode dizer-se, o resultado de inúmeras provas e ensaios feitos pelos lavradores, durante sucessivas gerações; pelo que se não devem prever, numa investigação ecológica precursora da futura zonagem agrícola, resultados espectaculares; o efeito concreto não será uma revolução cultural, mas apenas modificações nos métodos seguidos.

LAUTENSACH (1933) o mesmo implìcitamente corrobora ao dizer que o 1.º objectivo da Geografia Humana deverá ser reconstituir idealmente a paisagem original (pág. 35). E assim o estudo da Geografia liga-se com o da Geobotânica por intermédio da Ecologia.

Há contudo ainda certa confusão à volta desta nomenclatura; seja-nos então permitido, para nosso uso agora, disciplinar-lhe os conceitos, enquanto nesse teor se não fizer um acordo internacional.

Três significados diversos a palavra «Ecologia» pode ter, como se vai referir. Em sentido *bio-sociologico* é o estudo global dos seres, surpreendidos no seu ambiente natural, portanto em pleno dinamismo. Em sentido *etimológico* é o estudo do ambiente

dos seres ou espaço vital. Em sentido *geográfico* é o estudo da zonagem dos seres, como elementos integrantes das paisagens do Globo. Interessando apenas a Fitoecologia, pode-se dizer que não é o mesmo para o botânico, o ecologista e o geógrafo, o alvo que se propõem atingir.

Na 1.ª acepção, *geobotânica*, o principal objectivo será individualizar e interpretar os **biotipos,** que exprimem a resposta da planta ao ambiente. O estudo do solo e do clima subordinam-se aqui ao estudo botânico, e valem apenas quando o testemunho biótico revela sob que aspectos actuam (CLEMENTS 1920, pág. 33). A Ecologia neste conceito é apenas um complemento, indispensável, da Ciência Botânica, culminando no binómio planta-habitat. É pois nesta hipótese, a Ecologia, uma ciência de relação, sem objectivo pròpriamente seu.

Como a produção vegetal, por sua vez, é efeito da reacção entre a planta e o meio externo, também neste conceito idiobiológico ou bio-sociológico se inclui a Geobotânica agrária, podendo, no vastíssimo campo das Ciências aplicadas, distinguir-se uma *Autecologia fitotécnica* — dendrícola, agrícola, hortícola, florícola —; e uma *Sociologia fitotécnica* — silvícola e pratícola — (PAPADAKIS 1938, pág. 6). É neste conceito que a Agricultura científica é fundamentalmente Ecologia aplicada (TANSLEY 1926, pág. 24).

Na 2.ª acepção a Ecologia tem de ter uma finalidade própria: individualizar e interpretar os tipos de «micro-habitat», resultantes da convergência de todos os factores externos que num certo lugar actuam, repercutindo-se sempre na vida dos seres que lá habitam. «Factor» em sentido ecológico é força, condição, substância, que afecta a vegetação conferindo-lhe fisionomia especial.

Os factores ecológicos habitualmente classificam-se em climáticos, edáficos, fisiográficos e bióticos. Os climáticos, na íntima dependência dos fisiográficos, consideram-se os mais importantes (NICHOLS 1923, pág. 161; TANSLEY 1926, pág. 133). Como porém se não pode ainda discriminar a acção exercida por cada factor — o que exigia uma soma considerável de trabalho laboratorial, profundamente analítico, difícil de realizar por enquanto — há só o recurso de aproveitar o testemunho da vegetação espontânea, reagente integral do solo e do clima (KLAGES 1942, pág. 75). É pois em função do conteúdo geobotânico que o «micro-habitat», redu-

tível em última análise ao binómio solo-clima (VILLAR 1929, pág. 204), se poderá melhor definir.

E agora se vê como é difícil destinar à Ecologia uma parcela de domínio autónomo, quer dizer uma finalidade própria, sem invadir parcialmente o campo das ciências afins. Querendo evitar, por exemplo, o âmbito da geografia, será mister um esforço de abstracção para se não integrar o «micro-habitat» na biosfera terrestre, cindindo pois a realidade; e outro tanto acerca da geobotânica, considerando a vegetação apenas como instrumento de prova, e não como objecto a investigar por si próprio. No entanto, Pedologia e Microclimatologia (GEIGER 1950, pág. 6) são os domínios científicos que, mais de perto, com esta 2.ª acepção da Ecologia se relacionam.

Nomenclatura completa, apropriada, puramente ecológica, é a de VILLAR (1929, pág. 210), designando tipos das condições ambientais da vegetação, independentemente dos aspectos geográficos.

Na 3.ª acepção a Ecologia entra pròpriamente no domínio geográfico; o *oikos* é agora sinónimo de biosfera terrestre, embora conglobando ainda os dois elementos planta e ambiente; e Fitogeografia é racionalmente o nome que lhe compete.

Com efeito, a Geografia, no mais amplo sentido, tem precisamente essa biosfera terrestre como objecto de estudo. Por sua vez em sentido restrito é a ciência da composição e sobreposição dos espaços integrantes das regiões e sub-regiões (LAUTENSACH 1933, pág. 51).

A Fitogeografia será o ramo da geografia que descreve, classifica e interpreta a zonagem botânica do Globo, quer considere o *oikos* mundial, planetário, quer se restrinja ao *oikos* corográfico, regional. A Ecologia terá por objecto agora individualizar espaços que à geografia também pertencem, e cujo conteúdo geobotânico — natural ou agrário — lhe interessa no mais alto grau, visto serem a vegetação e o relevo a marca mais saliente dum território. A Ecologia é pois indispensável à investigação corográfica (ibid., pág. 50).

No entanto costuma-se dar à Fitogeografia um sentido subtilmente diverso: «estudar o habitat das plantas na superfície terrestre», ou «como elas se comportam perante o meio geográfico»; ora este é precisamente o assunto dum ramo da Geobotâ-

nica, a Fitocorologia, versando o problema do espaço, na sistematização de RÜBEL (1922).

Outrotanto pode dizer-se da Fitogeografia Florística, segundo WARMING e GRAEBNER (1918), tendo no seu programa: 1) compilar exaustivamente «floras» regionais; 2) fazer a zonagem florísticа do Globo; 3) interpretá-la em função dos factores geognósticos, climáticos, topográficos e históricos.

Convém notar que a zonagem se faz aqui segundo as várias unidades da sistemática botânica, de bem menor interesse geográfico que as fisionómicas; e que elas são o fulcro da investigação. Ora a Fitogeografia deve ter outra preocupação fundamental, como disciplina que descreve, classifica, localiza e interpreta cada paisagem natural ou agrária, consideradas parte integrante da superfície do Globo. A Geografia portanto, neste conceito ecológico, não se limita ao papel subsidiário, como ciência de relação, que a Fitogeografia florística, tal como se tem definido, parecia atribuir-lhe. LAUTENSACH, com efeito, nos adverte que a Geografia tem nos estudos regionais um domínio que só a ela pertence. A Geografia Regional define-a como «ciência dos caracteres individuais de cada *espaço* terrestre ou marinho integrante do Globo»; e sublinha que, para o geógrafo, o território é um todo, cujos elementos integrantes só em relação com esse todo lhe interessam, e só a esse título lhe compete investigá-lo.

Chamando «espaço» *(Raum)* qualquer fracção da superfície da Terra caracterizada por determinados aspectos (PASSARGE), as Zonas ecológicas por nós individualizadas, e que apenas se definem pela silva climática indicadora, deverão considerar-se espaços «elementares» também integrativos da biosfera terrestre; e àparte o seu significado independente como representantes de tipos ambientais (2.ª acepção da Ecologia), também se destinam a ser aproveitadas no trabalho de composição e sobreposição dos espaços corográficos «sintéticos», que por integração horizontal e vertical se obtêm: as regiões e sub-regiões. As zonas ecológicas, portanto, conglobam harmònicamente os dois conceitos geográfico e mesológico, exemplificando a 3.ª acepção da Ecologia.

RESUMÉ

Dans cet article l'auteur présente ses idées concernant les divers concepts de l'écologie, et demande nôtre attention sur la convenance de les régler.

La 1.ère aception, idio-biologique ou bio-sociologique interesse au botaniste, à l' agronome et au forestier. Elle a pour but essentiel d'étudier les plantes observées en pleine nature, c'est à dire, en réagissant non seulemente aux facteurs physiques et biotiques, mais aussi aux actions antropogéniques, à qui appartiennent les techniques agraires.

L'investigation du milieu externe est ici subordonné à l'étude botanique; elle nous intéresse à cause, seulement, des effects visibles sur la végétation (formes biologiques). La plante est toujours, dans ce cas, par soi même, le sujet fondamental, bien qu'elle soit mise aussi en relation avec le milieu; la Géobotanique est donc son domaine spécial.

La 2.ème acception, etymologique ou proprement écologique, touche de près, surtout, an microclimatologue et au pédologiste, auxquels la localization dans l'espace terrestre n'interesse pas. Dès lors, caractériser le milieu c'est l'object principal de cette étude; et on emploie des plantes indicatrices seulement pour le définir.

L'emploi de la végétation est, malgré tout, indispensable comme réactif synthétique du climat. Em effect, on ne puis pas encore isoler le rôle accompli séparément par chacun des facteurs du milieu. Cepandant, on utilise seulement le témoignage phytologique pour révéler le «micro-habitat».

Dans la 3.ème acception, l'«oikos» est une partie de la biosphère terrestre. L'écologie a maintenant pour but d'individualiser des espaces qui appartiennent aussi à la géographie, simultanément caractérisés par le climat et la «silva climatique». Phytoclimatologie et Phytogeographie sont des expressions qui ont ici leur emploi le plus légitime.

Selon l'auteur on pourrait, peut-être, établir sur ces bases la distinction nette entre Géobotanique, Écologie (s. s.) et Phytogéographie, ayant comme point de départ en chaque cas le but visé. Les différentes zones que l'auteur a distinguées dans sa Carte Écologique du Portugal furent toutes dressées à partir d'une base phytologique, et puis contrôlées par le climat; elles traduisent en sens abstrait des types de milieu (acception proprement écologique); mais elles représentent aussi, concrètement, des unités territoriales bien définies, qui appartiennent, sans doute, à la géographie.

BIBLIOGRAFIA

CLEMENTS, F. E.
1920 *Plant indicators.* Washington.
GEIGER, R.
1950 *Das Klima der bodennahen Luftschicht.* Braunschweig.
LAUTENSACH, H.
1933 *Wesen und Methoden der geographischen Wissenschoft.* Potsdam.
KLAGES
1942 *Agrarian Crop Geography.* New York.
MOORE, B.
1920 The scope of Ecology. *Ecology.* **1** (1): 3-5.
NICHOLS, G. E.
1923 A working basis for the ecological classification of the plant communities. *Ecology.* **4** (2): 154-179.
PAPADAKIS, J. S.
1938 *Ecologie Agricole.* Paris.
1951 *Mapa Ecologico de la Republica Argentina.* Buenos Ayres.
RÜBEL, E.
1922 *Geobotanische Untersuchungsmethoden.* Berlin.
1927 Ecology, Plant Geography, and Geobotany; their history and aim. *Botanical Gazette,* **84** (4).
TANSLEY, A. G.
1926 *Practical Plant Ecology.* London.
VILLAR, E. H.
1929 *Geobotanica.* Barcelona.
WARMING, E. und GRAEBNER, P.
1930 *Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie.* Berlin.

LA SELECCIÓN DE LÍNEAS DE MAÍZ DE «TALLOS AZUCARADOS» Y EL RENDIMIENTO DE SUS HÍBRIDOS, EN RELACIÓN AL DOBLE APROVECHAMIENTO DE SU GRANO Y SUS PLANTAS

RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS DÉS 1951 HASTA 1954

POR

MARIANO BLANCO GONZÁLEZ
(Misión Biológica de Galicia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

A. SALEMA VEIGUINHA
(Estação Agronómica Nacional)

JOSÉ L. BLANCO GONZÁLEZ
(Misión Biológica de Galicia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

INTRODUCCION

En 1948 el Dr. w. r. singleton (hoy en la Universidad de Virginia) publicó un artículo describiendo las características de una línea pura de maíz, de la Estación Experimental de Connecticut, la C 103, y sus posibles aplicaciones por poseer azúcar sacarosa en la caña, permanecía verde después de la maduración de la espiga y además su tallo era resistente al encamado.

Señalaba entonces el Dr. singleton la posible utilización de la línea C 103 en la producción de híbridos de maíz que fuesen aprovechables, a la vez, por su producción de grano y por sus tallos. Estos para obtener azúcar sacarosa, después de recogido el grano de maíz.

Anticipándose a posibles objeciones hacía un breve resumen de anteriores intentos de industrialización del azúcar de la caña del maíz, del cual transcribimos, traduciendo, lo siguiente: «Antes de la conquista de Méjico, los aztecas hacían azúcar de los tallos del maíz (winton, a. l. and winton, k. b. — *The structure and composition of foods* (Vol. 4) New York, John Wiley, 1939)».

«Algunos intentos de obtención de azúcar de las cañas del maíz fueron promovidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos hace más de un siglo, (harding, t. s. — *Two blades of grasses.* Norman Okla.: Univ. Oklahoma Press, 1947)».

«En 1906, f. l. stewart patentó un método de aumentar la producción de azúcar en las cañas del maíz, consistente en arrancar

las mazorcas antes de que el grano madure, con lo cual se duplica la proporción de azúcar del tallo (CLARK, C. F.; U. S. Dept. of Agriculture, Bureau of Plant Industry, Circ. 111, 1913)».

«De las investigaciones sobre esto se concluyó que no era económica la obtención de azúcar a partir de las cañas de maíz, aún cuando, sí, posible».

«Esta conclusión era correcta entonces, indudablemente, para maíz de fecundación libre, cuando se tenía un control escaso sobre la transmisión hereditaria de los caracteres biológicos. Pero con los métodos de selección en consanguinidad que se siguen hoy en el maíz, tal problema varía totalmente, ya que por estos procedimientos de selección se puede aumentar el contenido de azúcar de las líneas».

TABLA I

Sample N.º	Inbred or hybrid	Invert Sugar %	Sucrose %	Total
499	0103	1.80	5.72	7.52
500	2477 Tr (Ldg)	2.62	3.52	6.14
503	1948 Tr (Ldg)	3.48	2.70	6.18
504	1951 L 317	1.68	2.91	4.59
498	C 102 (+)	2.32	3.45	5.77
501	2478 C 102 × C 103	1.68	1.37	3.05
502	2488 L 317 × C 103	0.74	1.27	2.01

(+) Ears were harvested from this sample about 10 days before sample was taken. Consequently, this figure is probably too high in comparison with the others.

TABLA II

Sample N.º	Inbred or hybrid	Invert sugar %	Sucrose %	Total
679	C 103-2	2.60	8.65	11.25
678	C 103	3.57	6.20	9.77
681	Tr (Ldg)	5.83	2.11	7.94
680	C 103 × Oh 40 B (+)	1.93	9.27	11.20
682	Syrup C 103	20.32	35.99	56.31

(+) Stalks had no ears. Consequently, this figure is higher than for an average of this hybrid, which seemed to vary considerably in sweetness when the stalks were tasted.

Así, seria posible incorporar el alto contenido de azúcar a los híbridos comerciales, y com ello después de cosechar las espigas, obtener azúcar de las cañas del maíz, como un subproducto. Damos a continuación las tablas del artículo del Dr. SINGLETON.

Desde entonces se han hecho diversas publicaciones sobre el particular, en el *Corn News Letter*, que por el caracter de esta revista, no nos es dado comunicar de las cuales y de nuestras propias investigaciones parecen confirmarse las predicciones del Dr. SINGLETON, sobre las posibilidades de selección de líneas para el carácter azucarado de sus cañas a la maduración del grano.

En 1952, R. VAN REEN y W. R. SINGLETON, publicaron un estudio del comportamiento de varias líneas americanas en relación al contenido de azúcar del tallo a lo largo del ciclo vegetativo, destacando la lectura sobre 8 %, a la maduración, de la línea C 103, en contraposición de lo que ocurre a otras líneas «standard» que se aproximan a cero a la maduración del grano.

El asunto puede merecer, en el estado actual de las investigaciones, mayor o menor interés, según las circunstancias económicas de cada país, no obstante, habremos de subrayar que este no es un problema estático que se pueda juzgar de una manera definitiva por su situación actual, ya que, además de variar las circunstancias en torno al subproducto que se trata de beneficiar — plantas de maíz — de unos países a otros y de unos a otros años, la genética aplicada a la selección de esta especie puede elevar los rendimientos, como a continuación creemos demostrar.

Siendo por si solo de interés el carácter (alta proporción de azúcar en la caña) lo hace más estimable el hecho de estar asociado a otros caracteres de mayor valor agronómico, «tales como los del tallo, que además de ser fuertes, son resistentes a las enfermedades y a los insectos». (tomado de *Plant Breeding Abstracts*. **1169**: 262 [1953]).

En 1950, al paso de uno de nosotros (BLANCO, J. L.) por la Estación Experimental de Connecticut, el Dr. D. F. JONES le informó de este problema y gentilmente le ofreció líneas puras e híbridos para iniciar este estudio, el cual pareció extraordinariamente sugestivo por lo qué se propuso promoverlo en España en la primera oportunidad, pudiendo comenzarse en el verano de 1951, con el material que para tal fin le envió el Dr. JONES. Estonces nos propusimos el siguiente programa:

1° Estudio del carácter azucarado de las líneas cedidas por el Dr. JONES.
2° Apreciación de la posibilidad de explotación en la Península, de híbridos de este tipo, en sus dobles posibilidades: grano y plantas.
3° Búsqueda del carácter azucarado entre las líneas de nuestra colección; tanto entre las americanas como entre las originarias de la Misión Biológica.
4° Iniciación de un plan de selección para el carácter «cañas azucaradas» e introducción del mismo en líneas que comunican a sus híbridos grandes tallos.
5° Estudio de la interacción genética en relación a las diferentes clases de azúcares, su consecuencia fisiológica y en el caracter «cañas azucaradas».

Mientras el Dr. SINGLETON señaló el interés por el carácter al encontrar una elevada proporción de azúcar sacarosa en los tallos, a nosotros nos pareció, desde el principio, que el carácter «contenido de azúcar en la caña» tendría interés independientemente de que el azúcar fuese o no sacarosa. Nuestro primer objetivo fué, así, estudiar los rendimientos de azúcares totales, condicionando la valoración económica de estos a no perder en rendimiento de grano; dada la relación del precio de éste al de los posibles subproductos que podrían obtenerse a partir de las plantas de esta clase de híbridos, considerando que permaneciesen verdes después de la maduración del grano.

De esta forma, nuestros trabajos se dividieron en tres partes. En primer lugar los correspondientes a la selección del carácter en líneas en régimen de consanguinidad e introducción del mismo en nuevas líneas. En segundo lugar el estudio de los rendimientos económicos de los híbridos de las líneas más prometedoras para el carácter; y, tercero, estudio de la genética del carácter en relación a su fisiología.

TRABAJOS DE SELECCIÓN

Para la lectura refractométrica de las plantas para la valoración del carácter, a la altura del tercer entrenudo, contando a partir del nudo de la espiga más alta, se corta el tallo del maíz. La parte superior así separada se exprime, en su extremo cortado, con un alicate y se recoge la gota de jugo sobre el refractómetro

para ser leída. De esta manera 3 personas hacen unas 500 lecturas en ocho horas, con las correspondientes anotaciones en las etiquetas de las espigas y en el libro de observaciones. Este procedimiento nos pareció más rápido que el seguido por el Dr. SINGLETON y por JONES, consistente en taladrar la caña con un perforador de tapones y exprimir sobre el refractómetro el trozo de planta así extraído. Este último procedimiento permite, no obstante, tomar la lectura en un punto quizás mas representativo del estado del jugo de la planta.

Hay dos factores de importancia que influyen en las lecturas refractométricas independientes de la capacidad de la planta para sintetizar sólido: uno depende del momento en que se realice la lectura en relación al estado de maduración, como demuestra VAN REEN y SINGLETON (1952).

Por esto, es del mayor interés realizar las lecturas en un momento fisiológico determinado e igual para todas las plantas, para lo cual sería preciso determinar objectivamente el grado de humedad del grano, lo que convendría hacer por un procedimiento rápido. Ideamos hacerlo con un humedímetro de campo, que diese la humedad instantaneamente, pero, por la falta de medios para adquirirlo, hubimos de apreciar la mudaración de la espiga por la dureza del grano apreciada con la uña, procurando hacer las lecturas a una humedad entre 26 y 30 %. Como se comprendrá, esto es un motivo de error que resta eficacia a la selección.

El otro motivo que influye en la lectura de la planta es el estado de granazón de la espiga. Las plantas con espigas con pocos granos tienden a dar mayores lecturas que las plantas de la misma línea con espigas perfectamente granadas hasta la punta. Para obviar esta causa de error en la calificación de las plantas hemos eliminado aquellas deficientemente granadas.

En el primer año, 1951, como primera medida hicimos una exploración de toda nuestra colección de líneas. Para ello, a todas las plantas autofecundadas para los trabajos en curso de selección de maíz, se les tomó la lectura refractométrica. Esta lectura, que se realizó con un refractómetro de campo, se anotó en la etiqueta identificadora de la correspondiente espiga resultante de la autofecundación De esta forma pudieron ser seleccionadas para progenitoras de la siguiente generación aquellas plantas destacadas en el carácter. A la vez que se tomaron las lecturas, las líneas fueron calificadas por el verdor de los tallos a la maduración de la espiga

y por el verdor de las hojas, así como por la cantidad de jugo apreciado a simple observación en el momento de la lectura.

Em 1951 se leyeron un total de unas 30.000 plantas autofecundadas.

De este primer tanteo pudo apreciarse que habría una gran diferencia entre líneas y que en nuestra colección había algunas de notables lecturas, una con media de 15 % y con individuales de 21 %.

Líneas que en 1951 estaban en 12 % subieron en 1954 a 18 %.

Pudimos apreciar ya desde entonces que el carácter de «lectura alta» correspondía con la estabilidad del tallo después de la maduración, ya que sistematicamente no daban lectura las plantas de tallos muertos, caídos, rotos, en vias de putrefacción, o blandos, lo cual nos pareció de gran interés y por lo cual consideramos que la lectura refractométrica podría ya considerarse un medio fácil y objetivo de apreciar la estabilidad y resistencia de los tallos de las líneas. Corresponden con esta apreciación las observaciones que personalmente nos comunicara el Dr. JONES.

A partir de entonces y en aquellas líneas con lecturas superiores a una media de 9 %, se siguió seleccionando el carácter, eligiendo para continuar las líneas aquellas espigas autofecundadas pertenecientes a plantas de lecturas más altas, siempre dando prioridad en la selección al carácter « producción de grano ».

En idéntica forma se continuó en los años 1952, 1953 y se repitió en el año de 1954 en todas las líneas seleccionadas como interesantes, fuere cual fuere su grado de consanguinidade señalando, en años sucesivos, topes de lecturas mínimas, para la selección de líneas, cada vez más altos.

En 1951 fueron sembradas las líneas que nos envió el Dr. JONES. Las recibimos algo tarde por lo que no pudieron ser sembradas hasta el 5 de junio. Las lecturas de estas líneas fueron relativamente bajas, inferiores a 9 %, lo cual consideramos debido a la fecha de maduración, por su siembra tardía; por lo que no fueron tomadas en consideración.

En 1951, a partir de los híbridos simples y líneas puras enviadas por el Dr. JONES, se hicieron « back-crosses » para iniciar líneas de segundo ciclo e igualmente se hicieron híbridos simples y triples.

En el verano de 1952 ya nos fué posible realizar cruces con líneas de nuestra colección consideradas azucaradas por las obser-

TABLA III

Lecturas refractométricas medias de variedades (S_0 y S_1) comparadas com las lecturas medias de las líneas resultantes de ellas (BLANCO, M. y BLANCO, J. L., 1952)

Tipo de grano			Distribución de frequencias de las lecturas del jugo 2,0	3,5	5.0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14.0	15,5	Média de las médias
Li	Liso amarillo		2	1	3		5	2					6,28
Va	»	»			1	1	1						6,50
Li	»	»		1	3	1	7						6,75
Va	»	»			1		1	1					7,50
Li	»	»										1	15,50
Va	»	»				1	1		1				8,50
Li	»	»			1	1	1						6,50
Va	»	»			1	3	3	3	3				8,46
Li	»	»			1		1	2	1				8,60
Va	»	»			1	1	1	5					8,37
Li	Dent.	»			1	1	5	6	1	1			8,80
Va	»	»		2		3	2	3			1		7,72
Li	»	»			1	2		2	2				8,42
Va	»	»			1	1		1					7,00
Li	»	»			1		1	1					7,50
Va	»	»			1	1	2						6,87
Li	»	»				2	5						7,57
Va	»	»				4	4	2					7,70
Li	»	»				2		2		1	1		10,08
Va	»	»			4	3	6	4					7,38
Li	»	»					4	2	2	1			9,50
Va	»	»			1	5	5	1	2				7,70
Li	»	»			1	1	1	2	2				8,64
Va	»	»					4	5	2	2			9,73
Li	»	»				3	2		1				7,75
Va	»	»			4	5	7	3	1				7,40
Li	Liso Blanco			2		1							4,50
Va	»	»		1	1	3		1					6,25
Li	»	»	1	1	2	4	3						5,95
Va	»	»		2	2	2	1	1					5,87
Li	Dent.	»		1	2	5	1	2					6,63
Va	»	»			3	3	3			1			7,10
Li	»	»		1	3								4,62
Va	»	»			3		1						5,75
Li	»	»			1	3							6,12
Va	»	»			5	1	4				1		7,04

vaciones de 1951, bien entre ellas como con las americanas azucaradas, cruces que fueron estudiados en 1953, en ensayos de rendimientos y que, además, sirvieron de punto de partida de nuevas selecciones por medio de « back-crosses ».

A su vez, con los datos adicionales obtenidos en 1952 sobre nuestras líneas, planeamos cruces que, realizados en 1953, fueron estudiados en 1954 en ensayos de rendimientos.

De esta forma, los datos de 1954 ya representan, en parte, algunas de las posibilidades de las líneas detectadas en 1951 y 1952. Quedan pués por aprovechar las observacione sy selecciones realizadas en 1953 y 1954.

De un estudio previo y sumário del valor de la selección para lectura refractométrica parece resultar lo siguiente:

a) Cuando se atiende a valores individuales de lecturas, sin tener en cuenta los valores de las líneas de que proceden, el efecto de la selección es practicamente nulo.
b) Cuando, por el contrario, se seleccionan los mejores individuos de las mejores líneas se logra incrementar notablemente la lectura media de las líneas resultantes. El incremento logrado con esta selección en la media de la generación siguiente, en relación a los valores medios de las líneas resultantes sin aplicar selección, equivale a un 99 %.

En consecuencia, y de acuerdo con la predicción de SINGLETON y de nuestras apreciaciones por simple inspección, el carácter responde extraordinariamente a la selección, por lo cual se afianza la certeza de llegar a valores de lecturas en líneas, cuyos límites no podemos prever por ahora.

Ahora bien, el carácter tiene valor práctico en tanto se manifiesta en los híbridos y se traduzca en altos rendimientos industrializables.

Según publicaciones del Dr. JONES (1952 y 1953), el carácter manifiesta cierta recesividad, por lo cual parece de la mayor importancia para lograr híbridos azucarados reunir por parte de ambos progenitores líneas que sean azucaradas.

Damos a continuación datos de los valores de lecturas refractométricas de P_1, P_2, F_1.

TABLA IV

Relación entre las lecturas refractométricas del jugo de las líneas, P_1 y P_2 y sus híbridos F_1. Lecturas medias correspondientes a 10 individuos. Cruces de líneas de lecturas refractométricas altas.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	1954	1953
1 P_1 = MBG 471													+					
2 P_2 = MBG 3											+							+
3 F_1 = MBG 471 × MBG 3													+					
1 P_1 = MBG 3													+					
2 P_2 = MBG 491														+			+	
3 F_1 — MBG 3 × MBG 491										+								
4 P_1 = MBG 3													+					
5 P_2 = MBG 404												+					+	
6 F_1 = MBG 3 × MBG 404													+					
7 P_1 = MBG 471														+				
8 P_2 = M 14											+						+	
9 F_1 = MBG 471 × M 14										+								
10 P_1 = MBG 3													+					
11 P_2 = M 14											+						+	
12 F_1 = MBG 3 × M 14										+								
13 P_1 = MBG 404												+						
14 P_2 = W 22									+								+	
15 F_1 = MBG 404 × W 22											+							
16 P_1 = MBG 404												+						
17 P_2 = C 103								+									+	
18 F_1 = MBG × C 103								+										
19 P_1 = W 22									+									
20 P_2 = MBG 3													+				+	
21 F_1 = W 22 × MBG 3											+							
22 P_1 = MBG 782																		
23 P_2 = W 22								+									+	
24 F_1 = MBG 782 × W 22												+						
Media P												13,4						
» p									11,2									
» F_1									11,7									

TABLAS V y VI

Relación entre las lecturas refractométricas del jugo de las líneas P_1 y P_2 y sus híbridos F_1. Lecturas medias correspondientes a 10 individuos. Cruce de líneas de lecturas refractométricas bajas × altas.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 P_1 = MBG 625															+	
2 P_2 = MBG 409							+									
3 F_1 = MBG 625 × MBG 409								+								
1 P_1 = MBG 404												+				
2 P_2 = OS 420			+													
3 F_1 = MBG 404 × OS 420									+							
1 P_1 = MBG 409							+									
2 P_2 = C 103								+								
3 F_1 = MBG 409 × C 103							+									
1 P_1 = W 22									+							
2 P_2 = T_1					+											
3 F_1 = W 22 × T_1				+												
1 P_1 = Oh 43					+											
2 P_2 = C 103								+								
3 F_1 = Oh 43 × C 103				+												
1 P_1 = WF 9					+											
2 P_2 = C 103							+									
3 F_1 = WF 9 × C 103	+															
Media P				5,33						11						
» p					6,5											
» F_1																

Relación entre las lecturas refractométricas del jugo de las líneas P_1 y P_2 y sus híbridos F_1. Lecturas medias correspondientes a 10 indivíduos. Cruces de líneas de lecturas refractométricas bajas × bajas.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 P_1 = MBG 6212	+										
2 P_2 = MBG 409							+				
3 F_1 = MBG 6212 × MBG 409							+				
1 P_1 = MBG 6212	+										
2 P_2 = Oh 43					+						
3 F_1 = MBG 6212 × Oh 43			+								
1 P_1 = Oh 43					+						
2 P_2 = C 106						+					
3 F_1 = Oh 43 × C 106							+				
Media P						7					
» p		3,3									
» F_1					6,6						

ENSAYOS DE RENDIMIENTOS CON HÍBRIDOS

Nos pareció de principal importancia emprender sin dilación el estudio del aprovechamiento industrial del carácter azucarado por cuanto, de resultar de interés económico, nos permitiría dedicarnos al estudio de la herencia de los distintos azucares, interacciones génicas y resultantes fisiológicas, el cual consideramos del mayor interés científico y que creemos no podrá menos de resultar conclusiones de valor práctico.

En consecuencia, desde 1951 que recibimos híbridos del Dr. JONES, venimos estudiando los rendimientos de híbridos de líneas seleccionadas para azúcar en la caña, de cuyos trabajos damos la tabla VII:

TABLA VII

Resumen de ensayos de híbridos azucarados realizados de 1951 a 1954

Años ⟶	1951	1952	1953	1954
Ensayos	1	2	3	5
N.º de híbridos	5	45	61	381
Localidad del ensayo	Pontevedra	Pontevedra Barcelona	Pontevedra	Pontevedra
Tipo del suelo	arenoso	arciloso	arenoso	
Lectura en el campo	+	+	+	+
Humidad del grano	+	+	+	+
Grano	+	+	+	+
Peso cañas	+	+	+	+
Hojas	+	+	+	+
Rendimiento del jugo	+	+	+	+!
Lectura del jugo	+	+	+	+
Vino	+	+	+	+
Alcohol	+	+	+	+
Selección individual	30.000	8.000	7.000	

En 1951 se estudiaron 5 híbridos de las líneas C 103, C 102, M 14, W 22, T 1, N 6 y C 106, enviadas por el Dr. JONES. Fueron sembradas el 5 de Junio y recogidos en Noviembre. Dado lo retrasado de la maduración y el «handicap» que para el carácter suponía esta fecha de maduración, no se hizo otra observación que la cosecha de grano y lectura refractométrica. Estas fueron,

relativamente bajas, inferiores a 8 %, lo cual no se tomó en consideración dadas las condiciones adversas y anormales para las manifestación del carácter.

Es digno de destacar que las condiciones de cultivo de los ensayos de 1953 fueron desfavorables al cultivo del maíz. Así, el ensayo «Hc» sufrió una fuerte sequía antes de la floración y durante un mes antes de la maduración; tanto del ensayo «Hc» como del «Fer», el tiempo estuvo frío y lluvioso.

Por este motivo los resultados obtenidos nos parecieron del mayor interés práctico en relación a considerar la posibilidad de aprovechar tales maices, por cuanto nos daba la certeza de operar con resultados fáciles de obtener nuevamente en la práctica industrial. Igualmente damos la mayor significación a los datos de 1954, por cuanto este verano fué extraordinariamente frio y nuboso en Pontevedra, aún cuando de precipitaciones medianas y muy repartidas. Consideramos por ello que el carácter de azúcar en la caña encontró condiciones ambientales desfavorables para manifestarse.

Los ensayos que aquí se mencionan se dispusieron en «bloques al azar» de 4 «repeticiones». Cada híbrido ocupó en cada repetición 12,8 m^2, que corresponden a 20 grupos de 3 plantas, es decir, a 60 plantas por repetición de cada híbrido.

El ensayo «Fer» tenía un solo híbrido al que se le dieron 10 tratamientos distintos de fertilidad dispuestos en bloques al azar de cuatro repeticiones. Cada parcela correspondiente a cada tratamiento constaba de cuatro surcos de nueve grupos cada uno. De estos surcos se tomaban para estudio los dos centrales, es decir, 54 cañas por tratamiento y repetición, por separado de los dos exteriores. No se apreciaron diferencias significativas entre ambos.

En los ensayos de 1952 y 1953 se han pesado las producciones totales de cada parcela de cada híbrido para obtener los rendimientos de cañas y hojas. Para obtener el del jugo se ha molido la totalidad de la cosecha de cañas de cada parcela.

DISPOSICIÓN DE LOS ENSAYOS EN 1954 Y CONDICIONES DE CULTIVO

En 1954 disponíamos de semilla de unos 300 híbridos de líneas de interés como azucaradas.

El verano de 1953 fué desfavorable para la obtención de semilla, debido a la fuerte sequía y, así, pese a nuestros propósitos,

nos encontramos con que de algunos híbridos no disponíamos de la suficiente para ensayar en 4 repeticiones. Estos híbridos se estudiaron en un ensayo de «observación» en el cual se representaron en 6,5 m^2, sin repeticiones (Ensayos «Ob.» y «Se.»). Con los híbridos de los que había suficiente cantidad de semilla se dispusieron ensayos de cuatro repeticiones.

Para saber los rendimientos en climas más templados y de cielo más brillante, se dispuso la siembra en tres sítios distintos: Pontevedra, Mérida (Badajoz) y Lisboa. En cada uno de ellos se dispusieron dos ensayos, uno de híbridos de períodos vegetativos entre 100 y 120 días (escala americana), con un total de 100 híbridos diferentes y otro de híbridos de períodos entre 110 y 130 días (escala americana), que comprendían otros 100 híbridos. Así, se repetían en Mérida, Pontevedra y Lisboa, los mismos híbridos. En Mérida, además, se sembraron 2,5 Ha, con un híbrido que estaba representado en todos los ensayos y otra Ha se sembró con 20 híbridos supuestos los más prometedores del conjunto ensayado. De esta forma se pretendía hacer un estudio de cierto volumen que nos diera datos semi-industriales del aprovechamiento posible de los híbridos supuestos azucarados.

El Dr. JONES, uma vez más, nos mandó una colección de 11 híbridos, 7 simples y 4 dobles, de líneas azucaradas. Desgraciadamente el correo nos retrasó, como siempre, la llegada de este material y, en la imposibilidad de preparar un ensayo con cuatro repeticiones, lo dispusimos sembrando cada híbrido, sin repeticiones, en 17,3 m^2. Con los 11 híbridos del Dr. JONES, metimos 15 híbridos realizados por nosotros en 1953. Alguno de ellos repetido en los ensayos «G», «H» y «T», y otros de los que disponíamos de poca semilla y estaban destinados al ensayo de «observación» y que tenían para nosotros gran interés.

Cada híbrido en este ensayo (ensayo «D. F. J.») ocupó una superfície de 17,3 m^2, que corresponde a 27 grupos de 3 plantas, es decir, un total de 81 plantas por híbrido.

Los ensayos de Lisboa no pudieron sembrarse y los de Badajoz fueron abandonados por carecer de medios para atenderlos.

El ensayo «G» se realizó en malas condiciones de cultivo: en suelo ligero y con un solo riego y escaso.

El ensayo «H» en condiciones medianas: suelo ligero y dos riegos, pero escasos.

El ensayo «T» se realizó en buenas condiciones: suelo profundo y con dos riegos, aunque escasos.

El ensayo «D. F. J.» se realizó en el extremo de la misma parcela que el «T», pero se le pudo dar un tercer riego.

Obsérvese que el ensayo «T» y el «D. F. J.» recibieron 150 kg de nitrato en cobertera, totalizando así a razón de 750 kg de abono nitrogenado del 20 % por Ha. Los demás ensayos de 1953 y 1952 llevaron las siguientes fertilizaciones por Ha:

Nitrogenados del	20 %	600 kg
Fosfatados del	18 %	600 »
Potásicos del	40 %	150 »

Los suelos gallegos son ricos en potasio asimilable, por su naturaleza granítica.

ANÁLISE DE LOS RESULTADOS

Los resultados extremos obtenidos en los diferentes años, se expresan en la tabla VIII; exponiendose con detalle los resultados del ensayo «D. F. J.», en la tabla XII.

Descripción del carácter — Tal como definió el Dr. SINGLETON, el carácter consiste en la permanencia verde de las cañas y hojas después de la maduración del grano, lo cual va unido a la acumulación de azúcares. Como el Dr. JONES señaló, este carácter está fisiologicamente relacionado con resistencia al encamado y a las enfermedades. Se deduce de ello que el carácter en sí es la resultante de una acción compleja de factores: resistencia a las enfermedades del tallo y las hojas, buen sistema radicular, etc., lo cual conduce a la supervivencia de la planta a la maduración de la espiga. No es esto suficiente, según nuestras observaciones, para que el tallo sea rico en azúcares, ya que hay híbridos con estas caracteristicas con jugo de baja lectura refractométrica; es, además, necesario que exista cierta capacidad de síntesis en relación con las condiciones climáticas predominantes a la maduración del grano, aún cuando la condición de supervivencia es indispensable a la acumulación de azúcares en el tallo. Por tanto, la selección de azucarados debe enfocarse en relación con la selección de las distintas condiciones biológicas que lo determinan, aún cuando,

TABLA VIII

Resultados extremos de los ensayos de 1951, 1952, 1953 y 1954

	1951	1952	1953	1954
Comentários al cultivo ⟶	Sembrado y cosechado muy tarde: 6 Junio al 20 Noviembre	Terreno muy ligero. Sequía a la maduración	Sequía a la floración. Frio y lluvias a la maduración	
RESULTADOS:				
Kg / Ha grano a 15,5 % de humidad.	6.580 a 8.930	6.180 a 11.454.	6.000 a 11.000	5.945 a 13.726
Kg / Ha hojas verdes *	— —	— —	7.700 a 16.900	5.800 a 20.000
Kg / Ha Tallos *	14.570 a 28.200	10.500 a 18.984	14.900 a 35.100	6.100 a 31.000
% sólido del jugo de tallos * . .	5,5 a 7,6	5,0 a 13,5	8,0 a 14,0	7,5 a 14,0
Litros de alcohol 100 % / Ha . . .	— —	— —	219 a 1.530	102 a 960

* Los mínimos corresponden a testigos no azucarados.

también, y por el contrario, podemos ver que la selección refractométrica efectua una selección indirecta de las condiciones elementales que determinan acumulación de azúcar.

En relación con el carácter de cañas azucaradas hemos de resaltar el hecho de que hay híbridos cuyas cañas permanecen verdes, no sólo a la maduración, sino también durante mucho tiempo después de ésta. Esto significa dos cosas: En primer lugar, estos híbridos son extraordinariamente resistentes al vuelco, sus cañas se mantienen enhiestas mes y medio después de la maduración del grano. En segundo lugar, desde el punto de vista de aprovechamiento industrial, estas cañas permiten un amplio margen de tiempo de recogida. Las condiciones de trabajo de este año nos han impedido valorar los híbridos respecto a esta duración del carácter. No obstante, en la Tabla IX, presentamos los rendimientos de varios híbridos azucarados, expresamente abandonados

TABLA IX

Ciclo	% humedad del grano a la cosecha	Rendimiento em kilogramos / Ha			
		Cañas T	Hojas T	Alcohol	Grano
115 días D. F. J. 18 . . .	32,6	33,5	16,5	960	13.726
115 días D. F. J. 15 . . .	26,2	24,0	11,0	762	10.167
90 días D. F. J. 26 . . .	30,4	21,3	11,7	834	8.234
Selec. 165. . . .	31,5	24,7	13,8	774	9.562
» 169. . . .	29,0	24,0	20,0	837	8.250
» 287. . . .	32,5	21,6	14,4	792	8.718
» 289. . . .	33,5	29,5	17,3	583	11.781
» 871 (*)	29,7	17,0	6,0	594	8.742

(*) Recogido un mes más tarde.

en el campo, de mes y medio a dos meses y medio después de la maduración, y recogidos en comparación con híbridos conocidos, tales como el «W 641 AA» y el «U.513» y en donde se puede apreciar la enorme diferencia de comportamiento de estos testigos y de los azucarados respecto al rendimiento de jugo y porciento de la lectura de éste, etc.

Son híbridos de esta condición de supervivencia los que nos interesa obtener y estudiar en el futuro.

Hemos podido apreciar del análisis realizado en 1951 de algunas líneas puras que, como era previsible, los azúcares del jugo de las distintas líneas son diferentes, lo cual se ve reflejado en las fermentaciones individuales de los distintos híbridos, pués, mientras que las muestras varias de un determinado híbrido de una manera sistemática bajaban en la fermentación un 75 % de la lectura refractométrica, las muestras repetidas de otros, por el contrário, fermentaban tan sólo el 65 % de la lectura, que, eliminadas las causas de perturbación de las fermentaciones, consideramos debido a las diferencias químicas de los distintos azúcares. El estudio de estas diferencias en relación con el estudio de la genética de los mismos nos parece, como ya señaló el Dr. SINGLETON, de extraordinario valor científico, por lo cual hemos comenzado a tomar las disposiciones preliminares para el mismo. Como primer tanteo hemos realizado el trabajo publicado en 1952, cuyo resultado dá indicios del interés del problema.

Devido a las dificultades que surgieron a la cosecha y molienda de cañas en 1954, no nos es posible, de momento, un estudio sistemático del valor de las líneas respecto del carácter azucarado y solamente podremos destacar los valores que dieron algunos de los híbridos y, en particular, los híbridos de determinadas líneas, las que, por encima de cualquier estudio sistemático, muestran una clara tendencia a imprimir su carácter a los híbridos.

Uno de los hechos que merecen resaltarse, pués lo consideramos de extraordinario valor práctico, es que determinadas líneas dan a sus híbridos una supervivencia de sus plantas con relación a la maduración de sus espigas, que sus hojas permanecen *absolutamente verdes*, de la primera a la última, cuando el grano tiene una humedad entre 25 % y 33 %.

Esta permanencia verde de las hojas se refleja en las tablas en el cociente hojas / cañas, que en los híbridos indicados llega respectivamente a 49 % (D. F. J. 18), 66 (D. F. J. 15), 55 (D. F. J. 26), 56 (Selec. 165), 83 (Selec. 169), 47 (Selec. 287), 58,6 (Selec. 289), 35 (Selec. 871).

Esto lo consideramos de un valor extraordinario para su utilización como forraje verde ensilado, como más adelante haremos notar, una de las aplicaciones inmediatas que creemos tienen estos híbridos, si surgieran dificultades de carácter económico, etc., que impidiesen utilizarlos como materia prima en la industria.

Nos parece interesante traer aquí la cita del Dr. JONES (1948),

donde ya señala esta posible aplicación de los híbridos azucarados, así como la de GREBEN (1953), donde señalan la poca palatabilidad de los híbridos dobles americanos en climas nórdicos, en relación a la palatabilidad de las variedades locales.

No se ponderarían debidamente los maíces híbridos azucarados si se considerasen sus producciones sin atender al ciclo vegetativo de los mismos, dado que, como es sabido, estos están en términos generales, en relación com los rendimientos. Por tanto, hemos de destacar los rendimientos de los más importantes clasificados por ciclos (Tabla X).

TABLA X

Ensayo	Híbrido	% humedad del grano	Ciclo en días (esc. amer.)	Rendimientos por hectárea			
				Grano	Cañas T	Hojas T	Alcohol
H	46	24,0	105	7.769	17	—	370
H	43	25,7	105	8.545	14,0	12	560
....	Comercial	26,7	105	7.437	6,1	—	Sin interé; no se fermentó
D. F. J.	26	30,4	90	8.234	21,3	11,7	834
D. F. J.	18	32,6	115	13.726	33,5	16,5	960
D. F. J.	15	26,2	115	10.167	24,0	11,0	762

Como puede comprobarse por los rendimientos de un determinado híbrido en diferentes ensayos, como es lógico esperar, el carácter azucarado y de verdor de las hojas es influído por las condiciones de cultivo. En igualdad de condiciones de clima influyen las disponibilidades de agua y fertilizantes.

He aquí (Tabla XI) los rendimientos de un mismo híbrido en dos ensayos de condiciones completamente diferentes, por las condiciones de riego:

TABLA XI

Ensayo	Híbrido	Rendimientos / Ha			
		Grano kg	Hojas T	Cañas T	Alcohol L
H	35	7.616	—	7,2	267
D. F. J.	3 B	11.283	8,3	21,1	570
»	24	8.585	13,6	20,4	653

De momento creemos que el carácter solamente se manifiesta en buenas condiciones de fertilidad y riego y a ellas habrá que supeditar de momento todo cálculo de explotación de este carácter.

En relación con ésto habremos de hacer notar que no creemos, ni con mucho, que las condiciones del clima y suelo de Pontevedra sean óptimas para la expresión del carácter azucarado, si bien pudiera creerse lo contrario, dado que, realmente, los rendimientos de grano son los más elevados que se han publicado hasta la fecha en España de un modo absoluto y mucho más si se consideran los ciclos de los maíces (en Córdoba se han señalado cosechas de 13.000 kg de grano/Ha, con híbridos de 135 a 145 días — escala americana —). Sin enbargo, nos consta que en los regadíos de las cuencas del Tajo, Guadiana, Guadalquivir y de toda la costa Mediterránea, estos rendimientos pueden ser extraordinariamente mejorados, por las condiciones del clima, con prácticas culturales racionales.

Por último, hemos de subrayar el carácter exploratorio de estos ensayos con los cuales hemos podido apreciar las enormes diferencias respecto a los distintos índices que definen el carácter que denominamos genéricamente «azucarado»: es decir, relación de hojas y cañas; rendimientos en hojas, en cañas, en azúcar, en alcohol y proporción de alcohol obtenible por 100 kg de cañas.

Del estudio de los diferentes ensayos, en los que hay que hacer notar, damos los datos más destacados, siendo sus híbridos, en su gran mayoría, procedentes de líneas de las más altas lecturas refractométricas conocidas por nosotros hasta 1952, se aprecia que el carácter no es frecuente y que son relativamente pocos los híbridos que los presentan en condiciones de aprovechamiento. No obstante, podemos concluír que hay híbridos que destacan extraordinariamente y que éstos son susceptibles de superación inmediata, dada la información ya obtenida de las líneas en juego.

Como también tenemos la certeza de que se puede llegar a resultados muy superiores a los expuestos cuaudo se introduzca el carácter en líneas progenitoras de híbridos de elevado rendimiento de grano y com cañas colosales, como las de los híbridos de los ciclos de 140 días (escala americana), cultivándoles en las zonas templadas del sur de la Península y en magníficos regadíos.

CONSIDERACIONES SOBRE EL APROVECHAMIENTO INDUSTRAL Y AGRÍCOLA

El año 1953, para hacernos una idea general del problema para poder observar y valorar el comportamiento de conjunto, después de la molienda y en las cantidades máximas, el jugo de los diferentes híbridos era mezclado, tratado y fermentado en barricas con capacidad de cerca de 60 litros. Después de la fermentación, casi siempre completada en menos de 24 horas en una sala mantenida a una temperatura que oscilaba entre los 25 y los 28° C, eran, después, los correspondientes líquidos alcohólicos, destilados en un alambique vulgar de fabricación de aguardiente, lo que significa un trabajo en condiciones imperfectas con las correspondientes pérdidas en rendimientos. A pesar de todas las imperfecciones, el rendimiento en jugo directamente salido del molino fué, tanto en el ensayo «Hc» como en el «Fer», superior al 50 % del peso de la caña, cantidad que, incrementada con el 20 % del peso de la caña, sube el rendimiento de éste al 70 % del peso de las cañas. Los rendimientos medios fueron los siguientes: el 3 % del peso del jugo/Ha, de 360 litros de alcohol/Ha, 12.000 kg de hojas/Ha y 13.000 kg de cañas/Ha en el ensayo «Hc» y, en el ensayo «Fer», 380 litros de alcohol/Ha, 21.000 kg de cañas/Ha y 8.300 kg de hojas/Ha.

Verificando con estos resultados totales que, de una producción media de 17.000 kg de caña por Ha se obtuvo un rendimiento de 370 litros de alcohol/Ha, habremos de concluir que el problema tiene un indiscutible interés científico e industrial, tanto más que había que considerar aumentando los datos con 10.000 kg de hojas verdes, que constutuyen un forraje muy apreciado por el ganado bovino, y cerca de 5.000 kg de bagazo, resíduo que, a falta de otras aplicaciones de mayor valor, constituye un excelente combustible, con poder calorífico semejante al del bagazo de la caña de azucar y que, en varias regiones, constituye fuente única del combustible necesario al funcionamiento de las destilerías industriales productoras de alcohol rectificado y absoluto.

Aún partiendo de estos datos de rendimiento de alcohol, manifestamente inferiores a los resultantes de la moderna técnica de destilación, podríamos ya afirmar que la producción de alcohol industrial a partir de las cañas del maíz tendría ventajas económicas y sociales superiores a la producción de alcohol a partir de los melazos azucareros.

TABLA XII

Fecha de siembra: 7-V-954 Híbridos	Parcela	Recogida		Lecturas			Hojas / cañas	Jugo / cañas	RENDIMIENTOS / HA							Rendimiento / 100 kg caña	
		Fecha	% humedad del grano	Campo	Mosto	Vino			Gr. seco kg	Plantas T	Cañas T	Hojas T	Jugo T	Azucares Fermentables	Alcohol L	Azucar Fermentable	
25=W 79 A = MBG 3	25	25/9	29,3	10,2	11,0	4,0	56,8	62,0	5.339	19,6	12,5	7,1	7,7	539	292	4,31	2,3
U=(MBG 3 × MBG 471) × MBG 625	—	25/9	30,4	12,4	14	—	54,9	67,0	8.234	33,0	21,3	11,7	14,2	1.391	834	6,5	3,9
3 B=W 22 × MBG 471	3 B	13/10	24,3	10	11	4	39,3	66,0	11.283	29,4	21,1	8,3	13,92	974	570	4,6	2,7
24=MBG 471 × W 22	24	25/9	29,0	12,8	12,5	4	66,6	70,0	8.585	34	20,4	13,6	14,2	1.207	653	5,9	3,0
23=MBG 625 × C 103	23	25/9	34,6	8,2	8,0	—	50	64,0	10.752	27,0	18,0	9,0	10,5	588	352	3,2	1,9
31=MBG 625 × C 103	31	25/9	33,2	8,1	10	3	38,8	65,0	12.662	25	18,0	7,0	11,7	819	491	4,5	2,7
22=MBG 3 × C 103	22	25/9	31,0	9,1	10,5	3,0	51,2	68,0	8.386	31,0	20,5	10,5	14,0	1.050	506	5,1	2,4
27=MBG 3 × C 103	27	25/9	32,3	12,3	10	3	36,3	66	7.965	30	22	8	14,5	1.015	609	4,6	2,7
20=M 14 × MBG 289 Sc.	20	25/9	34,4	9,0	6,5	3	50	66,0	7.611	33	22	11	14,5	507	395	2,99	1,8
28=M 14 × MBG 289 Sc.	28	25/9	30,4	10	5	—	37	68	8.082	21	15,4	5,6	10,4	364	218	2,36	1,4
29=M 14 × MBG 289 Sc.	29	25/9	34,3	—	—	—	35	—	7.185	20	14,8	5,2	—	—	—	—	—
21=Oh 51 A × M 14	21	25/9	34,6	10,5	8,5	3,5	93	69	9.332	29	15	14	10,3	515	257	3,43	1,7
34=Oh 51 A × M 14	34	25/9	34,6	10,0	12	4	60	78	7.938	16,2	11	5,2	8,5	680	403	6,18	3,6
14=MBG 2 OR × W 22	14	13/10	27,8	10,7	12	4,0	40	62	6.874	20	14,2	5,8	8,8	704	390	4,95	2,7
18=MBG 99 × W 22	18	28/9	32,6	13,1	10	3	49	72,0	13.726	50	33,5	16,5	24,9	1.680	960	5,0	2,8
1=M 14 × W 22	1	13/10	28	8,3	8	—	52,6	70	10.019	29	19	10	13,3	744	446	3,91	2,34
16=Oh 43 × W 22	16	13/10	28,5	12,5	12	—	34,8	68	9.319	29	21,5	7,5	14,6	1.173	703	5,45	3,26
413=W 22 × MBG 95	4 B	13/10	34,4	8,7	10	—	—	67,0	8.998	37	—	—	—	—	—	—	—
2=W 22 × B 14	2	13/10	30,4	9,2	10	—	43,4	71	9.466	33	23	10	16,3	1.141	684	4,96	2,97
19=MBG 289 Sc × C 103	19	13/10	31,0	12,6	11	—	40	68	7.915	28	20	8	13,6	1.047	628	5,23	3,14
3=W 22 × C 103	3	13/10	30,7	83	11	—	63,1	65	9.608	31	19	12	12,3	688	412	3,62	2,16
33=Oh 51 AD × C 103	33	13/10	26,3	9,7	10,5	3	35,7	60	12.646	19	14	5	8,4	630	361	4,51	2,5
17=Oh 51 AD × C 103	17	13/10	29,7	9,1	—	—	—	—	8.987	12,8	9,5	3,3	—	—	—	—	—
4=C 103 × C 17	4	1/10	34,5	7,9	10	—	54,5	67,0	9.895	34	22	12	14,74	1.029	617	4,6	2,80
5=C 103 × B 14	5	21/10	33,6	8,5	8	2,5	55,1	69	5.268	18	11,6	6,4	8,0	448	268	3,86	2,39
6=CI 21 E × C 103	6	21/10	34,4	11,9	10	4	40,7	70	10.037	39	27,7	11,3	12,4	868	520	3,13	1,87
7=CI 21 E × B 14	7	21/10	34,4	11,1	10	3,5	42,8	65	10.294	40	28	12	18,2	1.274	764	4,55	2,72
15 W 22 × (MBG 43 × C 103)	15	21/10	26,2	12,7	11,5	4	45,8	66	10.167	35	24	11	15,8	1.271	762	5,71	3,17
12 (W 22 × P 8) × C 103	12	13/10	32,3	11,1	8,5	—	44,0	66	11.127	36	25	11	16,5	981	588	3,92	2,35
30 (W 22 × P 8) × C 103	30	13/10	28	13	11	—	57,4	66	12.562	34	21,6	12,4	14,2	1.093	655	5,0	3,0
13 (W 22 × C 103) × P 8	13	13/10	34,4	10,6	10	—	54,2	66	7.934	27	17,5	9,5	12	840	504	4,8	2,88
32 (W 22 × C 103) × P 8	32	13/10	33,2	11,1	10	3	35,1	67	10.732	30	22,2	7,8	14,8	888	592	4,0	2,6
10 (Oh 43 × B 14) × (C 17 × C 103)	10	21/10	27,6	9,0	9,5	2,5	56,8	65,0	9.030	27,6	17,6	10,0	11,4	798	478	4,53	2,71
11 (W 22 × B 14) × (C 17 × C 103)	11	21/10	34,6	8,7	13	4	56,8	65	7.862	27,6	17,6	10	11,4	1.370	765	7,7	3,2
8 (8[T] × MBG) × (C 17 × C 103)	8	21/10	34,4	6,7	8	—	69,3	62	10.539	31	18,3	12,7	11,3	632	379	3,45	2,7
9 (P 8 × MBG) × (C 17 × C 103)	9	21/10	33,2	8,0	8	2,5	40,7	70	9.376	29	20,6	8,4	14,4	806	483	3,9	2,3

Así, la producción de grano de los maices azucarados, siendo superior a la de los maices híbridos, junto a este aumento de la producción de grano, el campesino contaría con una importante cantidad de hoja verde para alimento del ganado durante la zafra, y de reserva ensilando.

Continuando los cálculos a base de la producción media obtenida de 27 toneladas de plantas, ó sean 17 T de cañas e 10 T de hoja verde y considerando más que suficientes 25 jornales para la cosecha, corte, deshojado de las cañas y transporte de estas últimas a las destilerías, ó sean cerca de 500 pts., se verifica que el valor de las hojas en estado verde, desecadas o conservadas en silos, cubre perfectamente aquellos gastos de 500 pts. (ya que resultaría aproximadamente a 5 cts. por kilo de hoja verde). Así, el campesino, que podría disponer de una buena cantidad de forraje para alimento de su ganado por un precio muy inferior al real, tendría, aún, libre de todos los gastos, 17 T de cañas verdes que si la valoramos en 10 cts. el kilo, como materia prima convertible en alcohol, representaría para el campesino un ingreso suplementario de 1.700 pts. por Ha.

Por otro lado, el industrial, al pagar a 10 cts. el kilo de caña, compraría por cinco pesetas los cincuenta kilos necesarios para la obtención de un litro de alcohol. Estes cincuenta kilos de caña (que tienen cerca de un 70 % de jugo) tienen 15 kg de bagazo seco que en muchas instalaciones industriales constituye precioso combustible, suficiente para cubrir las necesidades de producción de vapor para las operaciones de la molienda de las cañas y las restantes operaciones de las destilerías para la producción de alcohol. Como anteriormente dijimos, todos estos cálculos fueron hechos con base en los resultados obtenidos al año 1953 en el ensayo « Hc » y en el « Fer ». En 1954, al contrario de lo que paso el año anterior, se juzgo conveniente estudiar por separado las posibilidades de cada híbrido, para lo cual cada muestra fué molida y el jugo obtenido, híbrido por híbrido, fermentado separademente. El jugo era metido en vasos de 3 litros de capacidad cada uno, acidulado con sulfúrico ó clorhídrico con dos gramos de ácido por litro de jugo, como media, empleando para las fermentaciones levadura de pan alimentada con fosfato amónico y sulfato de magnésio.

El mosto fermentado de cada híbrido era destilado también separadamente en el laboratorio en balones de 6 litros. Los resultados obtenidos constan en las tablas anexas a este informe y por

las mismas se podrán apreciar las posibilidades particulares de industrialización de cada híbrido y basar en los mismos un plano de trabajo futuro.

Al apreciar los resultados de los diferentes ensayos, salta a la vista las magníficas posibilidades del ensayo «D F. J.». Si siguieramos el mismo método de cálculo aplicado a los ensayos del año 1953, tendríamos que considerar que habíamos realizado progresos muy importantes. Así, con una producción media de 9.500 kg. de grano por Ha. y una producción de 19.000 kg. de cañas y de 9.500 de hojas/Ha. el rendimiento medio de alcohol pasó de 360 litros a 550 litros por Ha. Este rendimiento, y dado el valor del bagazo como combustible, permitiria fabricar alcohol absoluto para carburante, a cerca de 4 pts./litro.

Al referirnos al alcohol carburante queremos subrayar que el interés que atribuímos a los maices azucarados, pasa de los límites vulgares de producción de alcohol que, a los precios corrientes para los usos más corrientes, sería un factor perturbador de mercados ya saturados y de posibilidades fácilmente agotables. A la vista de los apreciables progresos realizados en tan poco tiempo, no podemos dudar que podemos llegar, sin grandes dificultades, a producciones de alcohol muy superiores y a precios para él inferiores al de la gasolina, sin perder en el rendimiento de grano; antes bien, aumentándolo.

Como ya señalamos anteriormente, la importancia del problema no se limita a las derivadas de la aplicación de alcohol carburante, su interés agrícola nos parece enorme. Por ejemplo, partiendo de los datos dados por el ensayo «D. F. J.» podríamos ver que mil Has., plantadas con los híbridos de este ensayo, darían, además de 9.500 toneladas de grano seco (a 15,5 % de humedad), 9.000 toneladas de hojas forraje; tan apreciada por el ganado, y, por ello, desempeñando un papel muy importante en las posibilidades de mejora en la alimentación de ganado bovino con las subsiguientes ventajas de producción de carne, etc. y de materia orgánica para los suelos, de la que la agricultura de la Península están tan necesitados.

Y aún de los mismos datos del ensayo «D. F. J.» y de las mil hectareas consideradas, obtendríamos 19.000 toneladas de caña, posibles de trabajar en una zafra de 75 a 90 días, en una destilería moderna de producción media de 6.500 a 7.500 litros de alcohol absoluto carburante, en las 24 horas del día de trabajo. Esto sin cualquier gasto de adquisición de combustible, pués las 5.700 tone-

ladas de bagazo que se obtendrían tambien de las mismas 1.000 hectáreas y de valor superior a un millón de pesetas, darían combustible suficiente para todas las operaciones fabriles.

Todos saben que el alcohol carburante es un problema de gran importancia y tiene sido objeto, en muchos paises, de estudios muy profundos y de experiencias de gran envergadura. Y después de todos los estudios y ensayos el problema está lejos de haber perdido su enorme importancia. Si el problema es de importancia relativa en algunas naciones es porque factores naturales, propios de las mismas, limitan sus posibilidades de producción en escala conveniente y a condiciones económicamente favorables; y si, por otro lado, el problema continua mereciendo la atención de muchos curiosos es porque no hay posibilidad de negar las ventajas del alcohol como carburante, cuando mezclado con la gasolina en proporciones que van de 10 a 25 % o bien solo, como tampoco las enormes necesidades que plantean las modernas industrias químicas de síntesis.

Los paises escandinavos, Alemania, Francia, Italia y Portugal, tienen ya gran experiencia del problema. En la provincia portuguesa de Angola, por ejemplo, el alcohol absoluto como carburante puro fué un factor de enorme importancia en el gran desarrollo de aquella provincia ultramarina portuguesa, pués habiendo gran escasez de gasolina durante la guerra fué reservado al alcohol motor, producido en Angola, um papel de primer orden en el transporte de los produtos agrícolas, papel, que de hecho, sigue desempeñando.

Volviendo a la cuestión de las hojas como forraje no quisiéramos dejar de señalar nuevas pruebas experimentales que demuestran que, lejos de ser demasiado optimistas al destacar su valor, un exceso de prudencia nos inhibía de resaltar debidamente la importancia del aprovechamiento como forrage del elevado porcentaje de hojas verdes y sanas existentes en los maices híbridos, en el momento de la recogida del grano y cuando éste se encuentra completamente maduro, característica bien particular de los maices azucarados y una de las que más los distingue de los ordinarios.

El año 1953, ensayos que hubimos de hacer apresuradamente en circunstancias y con medios inadecuados no nos permitian estimar convenientemente la cuestión de las hojas como forrage.

En 1954, en un silo de 26 m^3 fueron ensiladas 8 toneladas de plantas, con sus hojas enteras, cuyos tallos se cortaron en trozos de unos 10 centímetros.

Después de dos meses de permanencia en el silo, las hojas se encontraban en un perfecto estado de conservación, su aspecto era magnífico, su olor muy agradable y sano y la aceptación por el ganado bovino fué inmediata, apreciándose que lo comían con deleite.

Como habíamos dicho, la cosecha de una hectárea de plantas, deshojado de las mismas y preparación de las cañas, listas para ser entregadas en la destilería, no costaría más que quinientas pesetas por hectárea, ó sea, para una producción media de diez toneladas de hojas, resultaría un precio por kilo de cinco céntimos de peseta. Juzgando por el valor actual de las pajas del maíz seco, según los precios corrientes en la provincia de Pontevedra, actualmente, de 50 cts el kg, y cuyo poder alimenticio debe de ser muy bajo por el mal estado de conservación, ya que ésta se hace a la intemperie, la hoja ensilada, creemos prudencial valorarla hoy, en Pontevedra, en una peseta por kilo.

Suponiendo que en el silo las pérdidas de peso sean del 20 %, las 10 toneladas por Ha quedarían reducidas a 8 toneladas de ensilado que tendrían un valor de 8.000 pts por Ha, el cual, una vez restadas las 500 ptsd el gasto de recogida, debe sumarse en los cálculos al de las cañas: 1.500 pts que se venderían a la industria, haciendo así un total de 9.500 pesetas por Hectárea.

Por último, hemos de señalar el hecho que se da en los regadíos de la meseta central de la Península. La escasez de agua en los estercoleros dificulta la putrefacción de las cañas del maíz, por lo cual no las destinan a estiercol. Tampoco las entierran directamente, después de troceadas como se hace en algunos casos en los Estados Unidos, durante la cosecha, porque debido a la escasez de precipitaciones y a las temperaturas bajas del invierno, durante éste y la primavera tampoco se pudren, constituyendo más un perjuicio para el cultivo del verano siguiente que una mejora. En consecuencia, las pajas del maíz les obliga a un gasto de recogida y eliminación, que consiste en amontonarlas y quemarlas. Este gasto lo consideran de valor suficiente para que en algunos casos los retraiga del cultivo del maíz, aún siendo híbrido.

Por el contrario, los maices azucarados obviarían este inconveniente, por el valor de sus plantas como ensilado, permitiendo, a la vez, que se incorporase en forma de estiercol animal una considerable parte de esta materia orgánica, tan preciosa en la Meseta y que de otra forma se pierde.

Es de notar el hecho de que, siendo la cantidad de cosecha por hectárea muy grande, justifica económicamente la construcción de silos, con la consiguiente ventaja para la regulación del alimento del ganado durante el invierno.

Todos estos hechos demuestran el valor inestimable que tendría el cultivo del maíz azucarado en las regiones donde escasea el ganado y la alimentación para el mismo, y cuanto este estudio merecería ser animado y ayudado de forma a poder proseguirse con medios adecuados en mayor escala y en regiones donde las condiciones de clima nos hacen suponer resultados favorables y muy superiores a los obtenidos en Pontevedra.

AGRADECIMIENTOS

Manifestamos nuestro agradecimiento al Patronato Juan de la Cierva, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, por la ayuda económica y moral prestadas, que hicieron posible la realización de los ensayos de este año 1954; a los Srs., D. RAMÓN DIOS y D. BENITO SANCHEZ, por las recomendaciones de fertilización y observaciones de deficiencias de nutrición, que nos ayudarán en trabajos ulteriores; e, especialmente, al Director de la Misión Biológica de Galicia, D. CRUZ GALLÁSTEGUI, por sus valiosos consejos y orientaciones.

Habremos de destacar nuestro agradecimiento al Dr. DONALLD F. JONES tanto por sus inestimables consejos como por la ayuda material en semillas.

RESUMÉ

Les auteurs rendent compte des études réalisées pour la sélection de lignes de maïs à chaume sucré. Ils décrivent aussi en détail les essais effectués en vue de l'utilisation intégrale de la plante: comme grande productrice de grain, obtention élevée d'un fourrage riche et sain, et encore comme source de matières premières pour les industries de production de mélasses et de l'alcohol.

BIBLIOGRAFIA

ANÓNIMO

1952 *Report of the Seventh Northeastern Corn Improvement Conference, New York City, New York, January 25-26, 1952.* Div. Cereal Crops Dis. Bur. Pl. Ind. Soils Agric. Eng. Beltsville, Md. 1952: 25 (mimeographed). (*ex Pl. Breed. Abstr.* **23** (1): 1133).

ANÓNIMO
1953 Corn inbred makes outstanding record. *Seed World.* **71** (4): 18. (ex *Pl. Breed. Abstr.* **23** (2): 1169).

BLANCO, M. J., y BLANCO, J. L.
1952 Investigation on the storage of sugar in corn stalk. *Maize Genetics Cooperation News Lett.* **26**: 29-32.

GREBEN, W.
1953 Was leisten die deutschen Sorten im Grün- und Gärfuttermaisannbau? *Mitt. dtsch. Landw. Ges.* **68**: 503-505. (*ex Pl. Breed. Abstr.* **13**: 2633).

JONES, D. F.
1948 Sweet Dent Silage. *Conn. Agric. Exp. St. Circular.* **165**.

SINGLETON, W. R.
1948 Sucrose in the stalk of maize inbreds. *Science.* **107**: 174.

VAN REEN, R., and SINGLETON, W. R.
1952 Sucrose content in the stalks of maize inbreds. *Agron. J.* **44** (12): 610--614.

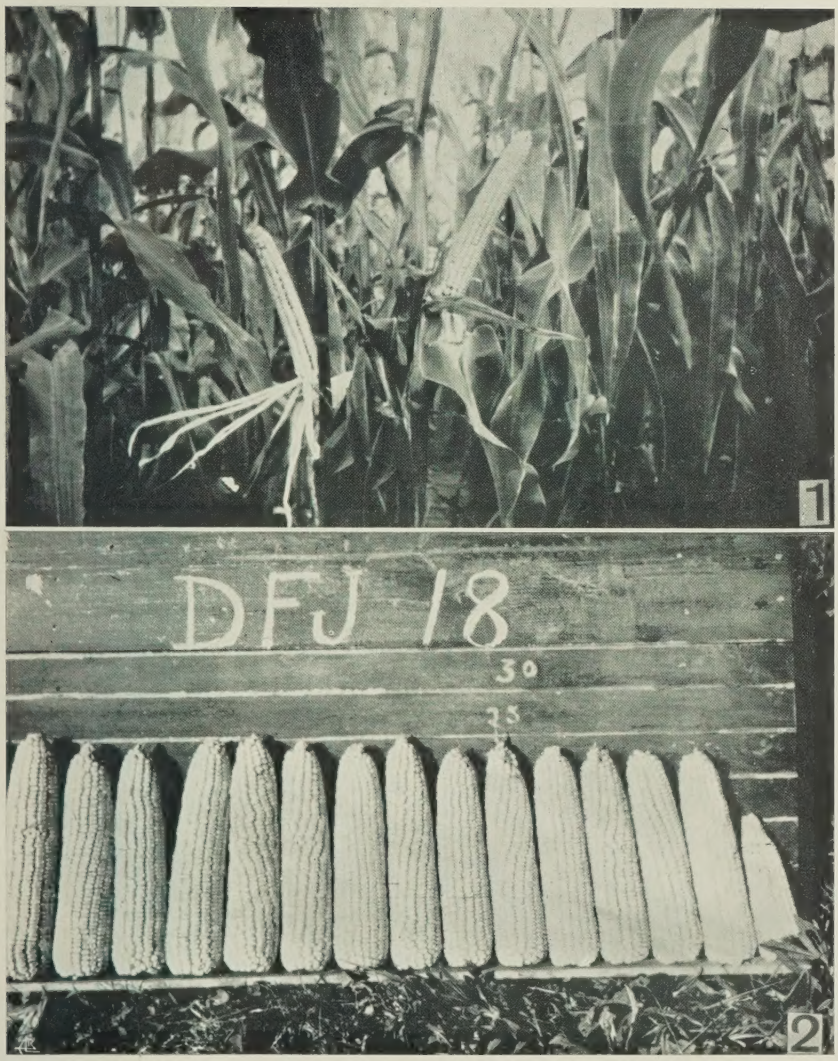
EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

Lámina I

Fig. 1 — Espigas maduras y plantas verdes del híbrido « Obs. 21 ».
Fig. 2 — Las 14 mejores espigas y la peor del híbrido « D. F. J. 18 ».

Lámina II

Fig. 1 — Faena de recogida de cañas y hojas en el ensayo « T ».
Fig. 2 — Tallo y raices adventicias del híbrido « D. F. J. 18 ».


1
DFJ 18
30
25
2

1

2

PUBLICAÇÃO DA
DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS AGRÍCOLAS
Repartição de Estudos, Informação e Propaganda

SUMÁRIO

Silva, Quitéria G. Pinto da — LE CONTENU POLLINIQUE DE L'AIR À LISBONNE 5-16

Ramos, Virgílio Pereira — AUTO-OXIDAÇÃO E ANTIOXIGÉNIOS NAS GORDURAS ALIMENTARES 17-53

Albuquerque, J. Pina Manique e — TRÊS CONCEITOS DE ECOLOGIA 55-60

González, Mariano Blanco, A. Salema Veiguinha y José L. Blanco González — LA SELECCIÓN DE LÍNEAS DE MAÍZ DE «TALLOS AZUCARADOS» Y EL RENDIMIENTO DE SUS HÍBRIDOS, EN RELACIÓN AL DOBLE APROVECHAMIENTO DE SU GRANO Y SUS PLANTAS. — RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS DÉS 1951 HASTA 1954 . 61-87

TODA A CORRESPONDÊNCIA E PERMUTA REFERENTE À AGRONOMIA LUSITANA DEVE SER DIRIGIDA A:

POUR L'ÉCHANGE OU POUR LA CORRESPONDENCE CONCERNANT L'AGRONOMIA LUSITANA ON DOIT S'ADDRESSER À:

LETTERS AND EXCHANGE CONCERNING AGRONOMIA LUSITANA TO BE ADDRESSED TO:

ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

SACAVÉM

PORTUGAL